

## Device and method for the production of high-melting glass materials or glass ceramic materials or glass material or glass ceramic material

**Publication number:** DE10348466

**Publication date:** 2005-05-19

**Inventor:** STELLE THOMAS (DE); KIRSCH THOMAS (DE);  
KOLBERG UWE (DE); KISSL PAUL (DE); PEUCHERT  
ULRICH (DE)

**Applicant:** SCHOTT AG (DE)

**Classification:**


**- international:** C03B5/02; C03B5/16; C03B5/167; C03B5/26;  
C03C3/085; C03C3/091; C03B5/00; C03C3/076; (IPC1-  
7): C03B17/04; C03B5/167; C03B5/43; C03B23/20;  
C03C3/076; C03C3/091; C03C4/00

**- european:** C03B5/02B; C03B5/16; C03B5/167B2; C03B5/26;  
C03C3/085; C03C3/091

**Application number:** DE20031048466 20031014

**Priority number(s):** DE20031048466 20031014

**Also published as:**

 EP1524243 (A1)  
US2005109062 (A1)  
JP2005119959 (A)  
DE10362074 (A1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10348466

Abstract of corresponding document: **US2005109062**

The invention relates to a device for the production of high-melting glass materials or high-melting glass ceramic materials, comprising a vessel for accommodating molten glass and a container that accommodates the vessel, whereby the vessel has a tubular outlet. According to the invention, the device is characterised by the fact that the vessel and a first section of the tubular outlet if formed of iridium or a material with a high iridium content, whereby the container is designed to accommodate the vessel and the first section of the tubular outlet under a protective gas atmosphere. The invention also relates to a corresponding method. The molten glass is shaped into a formed part in a discontinuous operation. The choice of the material for the vessel used as the crucible allows the attainment of high temperatures according to the invention which enables glass materials or glass ceramic materials with a much higher spectral transmission in the visible wavelength range. The use of an inert protective gas enables the prevention of unwanted oxide formation on the vessel and the tubular outlet. According to the invention, the glass can be used as a transitional glass between types of glass with very different coefficients of thermal expansion.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 48 466 A1** 2005.05.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 48 466.3**

(22) Anmeldetag: **14.10.2003**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C03B 17/04**

**C03B 5/43, C03B 5/167, C03C 3/076,  
C03C 4/00, C03B 23/20, C03C 3/091**

(71) Anmelder:

**SCHOTT AG, 55122 Mainz, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Kewitz & Kollegen Partnerschaft,  
60325 Frankfurt**

(72) Erfinder:

**Stelle, Thomas, 55118 Mainz, DE; Kirsch, Thomas,  
55120 Mainz, DE; Kolberg, Uwe, Dr., 55130 Mainz,  
DE; Kissl, Paul, 55124 Mainz, DE; Peuchert, Ulrich,  
Dr., 55294 Bodenheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 196 22 522 C1**

**DE 100 17 701 C2**

**DE 43 21 373 C2**

**DE 199 39 787 A1**

**DE 199 07 038 A1**

**DE 100 17 699 A1**

**US 49 83 198 A**

**US 64 82 758 B1**

**EP 11 70 264 A1**

**EP 11 60 208 A2**

**EP 02 20 333 B1**

**PAJ-Abstr. zu JP 02-022132 A;**

**DE-B: Glas und Glasprodukte, A.W. Fröhler,  
2. Aufl., Verlag J. Agst, Moers 1997, S. 20/21,  
90/91;**

**Schott-Glaslexikon, 5.Aufl. 1997, Kap. 6.4.4.;**

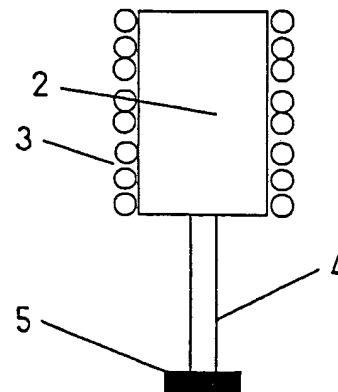
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken  
sowie Glas oder Glaskeramik**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder hoch schmelzenden Glaskeramiken, mit einem Gefäß zum Aufnehmen einer Glasschmelze und einem Behälter, der das Gefäß aufnimmt, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist. Die Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass das Gefäß und ein erster Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist, wobei der Behälter ausgelegt ist, um das Gefäß und den ersten Abschnitt des rohrförmigen Auslasses unter einer Schutzgasatmosphäre aufzunehmen. Die Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren. Die Glasschmelze wird in einem diskontinuierlichen Betrieb zu einem Formkörper geformt. Durch die Wahl des Materials des als Schmelztiegel dienenden Gefäßes lassen sich erfindungsgemäß hohe Temperaturen realisieren, die Gläser oder Glaskeramiken mit einer sehr viel höheren spektralen Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich. Durch Verwendung eines inerten Schutzgases kann eine unerwünschte Oxidbildung des Gefäßes und des rohrförmigen Auslasses verhindert werden.

Bevorzugt wird das Glas als Übergangsglas zur Herstellung einer Verbindung zwischen Glassorten mit deutlich unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten verwendet.



### Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken. Genauer gesagt betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern, beispielsweise von Stäben oder anderen Vollkörpern sowie von Rohren oder anderen Hohlkörpern, aus hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken im diskontinuierlichen Betrieb. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein hoch schmelzendes Glas oder eine hoch schmelzende Glaskeramik sowie daraus hergestellte Formkörper.

**[0002]** Allgemein betrifft die vorliegende Erfindung Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, insbesondere Alkalioxide, aufweisen und Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hoch schmelzender Oxide, wie beispielsweise  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  oder  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , aufweisen. Gläser oder Glaskeramiken der vorgenannten Art weisen relativ hohe Schmelztemperaturen im Bereich von etwa  $1700^\circ\text{C}$  auf. Zu ihrer Herstellung muss eine Glasschmelze oftmals während längerer Zeiträume auf relativ hohe Temperaturen aufgeheizt werden, etwa zum Läutern der Glasschmelze. Die notwendigen relativ hohen Temperaturen im Dauerbetrieb stellen neue Herausforderungen an die Auslegung von Schmelztiegeln.

### Stand der Technik

**[0003]** Die Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung von Rohren und Stäben im diskontinuierlichen Betrieb gemäß dem Stand der Technik. Die Vorrichtung umfasst einen als Schmelzgefäß dienenden Tiegel 2, der üblicherweise aus Pt und Pt-Legierungen, beispielsweise PtRh30, gebildet ist. Der Tiegel 2 weist eine zylindrische Gestalt auf und hat einen ebenfalls aus Edelmetall bestehenden Boden, in dem das Glasgemenge oder Glasscherben zunächst eingeschmolzen und dann bei um ca.  $50\text{--}100^\circ\text{C}$  höherer Temperatur geläutert wird. Zum Heizen des Tiegels 2 ist eine Heizvorrichtung 3 um den Tiegel 2 herum angeordnet. Meistens wirkt die Beheizung induktiv, sie kann aber auch als direkte oder indirekte Widerstandsbeheizung ausgebildet sein.

**[0004]** Der Tiegel 2 ist üblicherweise von einem Deckel (nicht dargestellt) abgeschlossen, der aus einem feuerfesten Material oder einem Edelmetall gebildet ist, um eine ausreichende Oberhitze zur Vermeidung großer Temperaturgradienten zu gewährleisten. Gegebenenfalls kann aber auch aktiv über Brenner oder elektrisch zugeheizt werden. Es versteht sich von selbst, dass die geschilderten Prozesse Einschmelzen und Läutern umso schneller und damit kostengünstiger ablaufen, je höher das gewählte Temperaturniveau ist. Zur Erzielung einer hohen Homogenität des geschmolzenen Glases kann die Glasschmelze mit Hilfe eines Edelmetallrührers, beispielsweise gefertigt aus den vorgenannten Pt-Legierungen oder aus Reinplatin, gerührt werden.

**[0005]** Wie in der Fig. 1 gezeigt ist, ist unter dem Tiegel 2 ein Rohr 4 aus einem der vorgenannten Edelmetalle angeschweißt, das über einen oder mehrere von der Tiegelheizung 2 unabhängige Heizkreise beheizt wird. Dies gewährleistet, dass die Temperatureinstellung des für den Heißformgebungsprozess entscheidenden Rohres 4 unabhängig von der Temperatureinstellung des Tiegels 2 realisiert werden kann.

**[0006]** Die Vorrichtung gemäß der Fig. 1 wird üblicherweise nacheinander in den nachfolgend beschriebenen zwei Betriebszuständen betrieben. In einem ersten Betriebszustand wird zum Einschmelzen und Läutern der Glasschmelze das Rohr 4 zunächst relativ kalt gehalten, damit das gerade in dem Tiegel 2 geschmolzene Glas nicht gleich wieder aus dem Tiegel herausläuft. Glasschmelze, die in das Rohr 4 am Boden des Tiegels 2 hineinläuft, erstarrt oder verfestigt sich in dem Rohr 4 zu einem Pfropfen, der das Rohr 4 ausreichend verstopft, um ein Auslaufen der Glasschmelze zu verhindern. Nachdem in dem ersten Betriebszustand eine Glasschmelze mit der gewünschten Qualität in dem Tiegel 2 ausgebildet ist, wird die Temperatur in einem zweiten Betriebszustand im Tiegel 2 abgesenkt und im Rohr 4 erhöht, bis sich ein für die Heißformgebung günstiges Viskositätsprofil für die gesamte Anordnung ergibt. In dem zweiten Betriebszustand liegt dann die Temperatur im Tiegel 2 und im Rohr 4 zumeist in der Nähe des Verarbeitungspunktes ( $V_A$ ) des herzustellenden Glases. Zum Formen von Formkörpern, beispielsweise von Stäben oder Rohren, fließt die Glasschmelze mit der gewünschten Viskosität, wie diese durch die Temperatur der Glasschmelze und der sie umgebenden Elemente vorgegeben wird, aus dem Rohr 4 heraus. Zur Formgebung der austretenden Glasschmelze zu dem herzustellenden Formkörper befindet sich am Ende des Rohres 4 oftmals eine als Heißformgebungseinrichtung dienende Düse, die auch gesondert zu dem Rohr 4 und dem Tiegel 2 beheizt werden kann und deren spezielle geometrische Ausgestaltung die Qualität des gefertigten Produktes beeinflussen kann. Zur Fertigung von Hohlkörpern, beispielsweise von Rohren, ist in die Düse üblicherweise eine Nadel geeigneten Durchmessers eingeschweißt.

**[0007]** Diese Anordnung hat sich in sehr vielen Fällen bewährt. Nachteilig ist jedoch, dass die maximale Temperatur auf etwa  $1760^\circ\text{C}$  beschränkt und die Lebensdauer der Vorrichtung bei derartig hohen Temperaturen

stark eingeschränkt ist. Gläser oder Glaskeramiken, die derartig hohen Temperaturen stark eingeschränkt ist. Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, speziell Alkalioxiden, aufweisen oder Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hoch schmelzender Oxide wie beispielsweise  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  oder  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  aufweisen, benötigen jedoch unter Umständen höhere Schmelztemperaturen beziehungsweise müssen bei den maximal möglichen Temperaturen über unwirtschaftlich lange Prozesszeiträume mehr zusammengesintert als geschmolzen werden.

**[0008]** EP 1 160 208 A2 offenbart einen Schmelztiegel zur kontinuierlichen Herstellung von Glas-Formkörpern. Der Schmelztiegel ist aus einem Metall gefertigt, das der Schmelztemperatur des Glases standhält, nämlich aus Molybdän oder Wolfram. Damit Oxide der Schmelztiegelwand nicht in die Glasschmelze hinein diffundieren, wo sie zu Verfärbungen des Glases und zu Einschlüssen in dem Glas führen können, ist die Schmelztiegelwand mit einer Schicht aus einem reaktionsträgen, erst bei hoher Temperatur schmelzenden Metall ausgekleidet. Die Auskleidung besteht aus Rhenium, Osmium, Iridium oder Legierungen dieser Metalle.

**[0009]** Der doppelwandige Aufbau des Schmelztiegels ist vergleichsweise aufwändig und erfordert einen relativ komplexen Aufbau, der den Aufbau einer wasserstoffhaltigen Schutzgasatmosphäre im Innen- und Außenraum des Schmelzgefäßes ermöglichen muss, um das Verbrennen von Molybdän oder Wolfram bei den verwendeten hohen Temperaturen zu unterdrücken. Dieses wasserstoffhaltige Gas bedingt jedoch verschiedene Probleme: Zum ersten ist es brennbar und setzt teure Sicherheitssysteme voraus, zum zweiten kann es zu Materialversprödungen bei Konstruktionswerkstoffen kommen und zum dritten, was für die Glasschmelze von großer Bedeutung ist, verhindert das wasserstoffhaltige Gas den Einsatz von Glasbestandteilen mit verschiedenen Oxidationsstufen und leicht reduzierbaren Komponenten. So sind insbesondere die in der Glaschemie üblichen Redoxläutermittel  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  und  $\text{SnO}_2$  nicht verwendbar, sondern es muss mit teurem Helium geläutert werden, was relativ ineffizient ist.

**[0010]** Zur Gemengezufuhr sind bei dieser Vorrichtung Schleusensysteme notwendig und es kann kein Ziehrohr mit Düse zur Formgebung verwendet werden, was für die Viskositätseinstellung des Glases für eine präzise Formgebung unumgänglich ist. Somit eignet sich diese Vorrichtung zwar für hochreines Kieselglas, bei dem ohnehin keine Läutermittel (= Verunreiniger) zugesetzt werden dürfen. Doch für eine kostengünstige und einfach zu handhabende Fertigung von Glasteilen hoher Präzision im diskontinuierlichen Betrieb ist diese Vorrichtung zumeist zu komplex und zu teuer.

**[0011]** Zur Herstellung hoch schmelzender, kristallisierender Gläser offenbart US 6 482 758 B1 die Verwendung eines Ir-Tiegels. Allerdings wird der Tiegel nach dem Läutern aus der Beheizungseinheit entnommen und ausgekippt. Es versteht sich von selbst, dass diese Vorgehensweise nur für relativ kleine Tiegel praktikabel ist, etwa für Experimente im Labormaßstab, weil große Tiegel aus Gewichtsgründen nicht einfach manuell entnommen werden können bzw. bei der zu Hilfenahme von Kränen unter dem Eigengewicht deformieren bzw. nicht bezahlbare Wandstärken aufweisen müssten. Weiter ist bei dieser Vorrichtung auch keine komplexe bzw. definierte Formgebung wie Rohrzug möglich, sondern nur der Guss in eine blockförmige Kompaktform. Ein weiterer Nachteil besteht gerade bei zur Kristallisation neigenden Gläsern darin, dass bei Guss über die Kante durch unkontrollierte Temperaturführung und/oder am oberen Rand sitzende Verdampfungsprodukte die unerwünschte Kristallisation ausgelöst werden kann.

**[0012]** Aus dem Stand der Technik sind auch Schmelztiegel aus Iridium oder einer hochiridiumhaltigen Legierung bekannt. Solche Schmelztiegel werden in der Kristallzucht verwendet, beispielsweise zur Kristallzucht nach dem bekannten Czochralski-Verfahren. Dabei werden ebenfalls Ausgangsmaterialien bei hohen Temperaturen aufgeschmolzen. Allerdings handelt es sich bei Kristallen um eine vollständig andere Substanzklasse mit ganz anderen Verarbeitungseigenschaften. So entfällt bei der Kristallzucht der bei Gläsern bekannte Läuterprozess und die Zugabe eines Läutermittels. Gänzlich anders ist auch die Formgebung, denn die Form eines gezogenen Kristalls wird durch den verwendeten Impfkristall und die Formgebung der zumeist sehr komplexen Ziehvorrichtung vorgegeben: Kristall-Ziehvorrichtungen können zur Herstellung von Gläsern deshalb nicht verwendet werden. Da Kristalle ein schlagartiges Erstarrungsverhalten bei definierter Temperatur zeigen, sind außerdem Heißformgebungsprozesse über ein Rohrsystem und über eine Temperaturabsenkung mit nachfolgender Viskositätserhöhung über viele hundert Grad prinzipiell nicht möglich.

#### Aufgabenstellung

**[0013]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, womit sich hoch schmelzende Gläser oder hoch schmelzende Glaskeramiken zuverlässig und mit geeigneter Qualität herstellen lassen. Ferner soll gemäß der vorliegenden Erfindung ein hoch schmelzendes Glas und eine hoch

schmelzende Glaskeramik mit noch besseren Eigenschaften bereitgestellt werden.

**[0014]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, durch ein Verfahren nach Anspruch 20 sowie durch ein Glas oder eine Glaskeramik nach Anspruch 32 oder 33. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der rückbezogenen Unteransprüche.

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird bereitgestellt eine Vorrichtung zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder hoch schmelzenden Glaskeramiken, mit einem Gefäß zum Aufnehmen einer Glasschmelze und einem Behälter, der das Gefäß aufnimmt, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist. Die Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass das Gefäß und ein erster Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist, wobei der Behälter ausgelegt ist, um das Gefäß und den ersten Abschnitt des rohrförmigen Auslasses unter einer Schutzgasatmosphäre aufzunehmen.

**[0016]** Unter hoch schmelzenden Gläsern oder hoch schmelzenden Glaskeramiken im Sinne dieser Anmeldung seien insbesondere Gläser oder Glaskeramiken verstanden, die zur Herstellung einen Prozess durchlaufen, während dem die Temperaturen die üblicherweise durch das platinhaltige Material des Schmelztiegels vorgegebene Maximaltemperatur von 1760° C übersteigen. Dies schließt nicht aus, dass der Schmelzpunkt der Glasschmelze selbst unterhalb von 1760° C liegt. Wie nachfolgend noch ausführlicher beschrieben werden wird, lassen sich erfindungsgemäß jedoch Temperaturen von etwa 2000° C oder gar bis zu etwa 2200° C erzielen. Weil zum Schmelzen und Läutern der Glasschmelze erfindungsgemäß höhere Temperaturen erzielt werden können, lassen sich so hoch schmelzende Gläser oder Glaskeramiken mit überraschend vorteilhaften Eigenschaften erzielen, insbesondere hinsichtlich der optischen Transmission, des thermischen Ausdehnungsverhaltens und der Verwendung als Übergangsgläser zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

**[0017]** Die Erfinder haben herausgefunden, dass sich die vorgenannten relativ hohen Temperaturen ohne weiteres bei Verwendung von Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material erzielen lassen. Bekanntermaßen weist Iridium selbst einen Schmelzpunkt von etwa 2410° C bis etwa 2443° C auf. Auch hoch-iridiumhaltige Legierungen weisen einen nur geringfügig niedrigeren Schmelzpunkt auf. Wenngleich somit erfindungsgemäß Verarbeitungstemperaturen bis hin zu etwa 2400° C grundsätzlich denkbar sind, sollte erfindungsgemäß aus Sicherheitsgründen ein Temperaturabstand von etwa 100° C bis etwa 200° C zu dieser Obergrenze eingehalten werden, etwa zur Vermeidung einer lokalen Überhitzung, einer unzureichenden Temperaturmessung oder einer Stabilitätsverringerung aufgrund von Korngrenzenwachstum des Iridiums. Aufwändige Versuchsreihen der Erfinder haben ergeben, dass Iridium selbst bei den vorgenannten hohen Temperaturen nur relativ wenig mit der Glasschmelze reagiert.

**[0018]** Erfindungsgemäß lässt sich eine Oxidbildung des Iridiums bei hohen Temperaturen in Gegenwart von Sauerstoff in überraschend einfacher Weise dadurch verhindern, dass der Behälter derart ausgelegt ist, dass das Iridium oder hoch-iridiumhaltige Material der Vorrichtung, insbesondere des Gefäßes und des ersten Abschnittes des rohrförmigen Auslasses, unter einer Schutzgasatmosphäre aufgenommen wird. Vorteilhaft ist, dass sich so eine langzeitstabile Vorrichtung erzielen lässt.

**[0019]** Das Gefäß zur Aufnahme der Glasschmelze ist bevorzugt rohrförmig ausgebildet, wobei schlanke Grundformen ganz besonders bevorzugt werden, weil sich so vorteilhaft homogene Temperaturprofile im dem Gefäß erzielen lassen. Grundsätzlich eignen sich jedoch auch abgeplattete zylinderförmige Profile. Das Gefäß weist einen rohrförmigen Auslass aus, aus dem die Glasschmelze austritt. Bevorzugt befindet sich der rohrförmige Auslass in der Nähe des Bodens des Gefäßes und ist dieser bevorzugt im Boden angeordnet, ganz besonders bevorzugt in im Wesentlichen punktsymmetrischer Anordnung, so dass die Glasschmelze im Wesentlichen vollständig aus dem Gefäß auslaufen kann. Damit die Glasschmelze leichter und vollständiger auslaufen kann, kann der Boden des Gefäßes zum Auslass hin geneigt oder gewölbt sein. Bevorzugt gibt der rohrförmige Auslass des Gefäßes selbst das Profil des herzustellenden Formkörpers vor. Zu diesem Zweck kann der rohrförmige Auslass beispielsweise ein kreisrundes, Profil ausweisen. Der rohrförmige Auslass ist mit dem Gefäß verbunden, wobei der erste Abschnitt bevorzugt aus demselben Material wie das Gefäß selbst besteht.

**[0020]** Der Behälter nimmt das Gefäß und den ersten Abschnitt des rohrförmigen Auslasses auf. Zu diesem Zweck weist der Behälter bevorzugt geradwandige Seitenwände und einen Boden auf. Zweckmäßig ist das Gefäß mittig in dem Behälter angeordnet und ragt ein oberer Rand des Gefäßes selbst nicht über den oberen Rand des Behälters hinaus, so dass das Iridium oder hoch-iridiumhaltige Material des Gefäßes vollständig im Behälter aufgenommen werden kann.

**[0021]** Bevorzugt ist in dem Boden des Behälters eine Öffnung ausgebildet, durch die hindurch der rohrförmige Auslass in die Umgebungsatmosphäre ragt. Vorteilhaft ist, dass die Glasschmelze bei hohen Temperaturen aus dem Gefäß austreten und weiterverarbeitet werden kann, ohne dass das Gefäß aus dem Behälter herausgenommen werden muss, weil eine Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials zuverlässig verhindert werden kann.

**[0022]** Bei dieser Ausführungsform weist der rohrförmige Auslass einen zweiten Abschnitt auf. Dabei können sowohl der erste Abschnitt als auch der zweite Abschnitt des rohrförmigen Auslasses selbst durchaus in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt sein. Erfindungsgemäß ist zumindest ein Segment des zweiten Abschnittes aus einer oxidationsbeständigen Legierung gebildet und einer Umgebungsatmosphäre ausgesetzt. Somit kann eine Oxidbildung des ersten Abschnittes des Auslassrohrs zuverlässig verhindert werden. Der zweite Abschnitt kann im Vergleich zu dem ersten Abschnitt vergleichsweise kurz sein. Allerdings ist auf die Abhängigkeit der unterschiedliche spez. Widerstände der Materialien zu achten oder die Verwendung eines zweiten Heizkreises kann notwendig werden.

**[0023]** Zweckmäßig wirkt der rohrförmige Auslass selbst, beispielsweise der zweite, sich außerhalb des Behälters befindliche Abschnitt oder ein Segment davon, als Heißformgebungseinrichtung, um die aus dem rohrförmigen Auslass austretende Glasschmelze zu einem Formkörper auszubilden, beispielsweise zu einem runden Vollprofil. Selbstverständlich können auch hohle Formkörper mit den vorgenannten Profilen hergestellt werden, zu welchem Zweck eine Nadel mit geeignetem Profil in dem rohrförmigen Auslass, bevorzugt an dem Austrittsende desselben, angeordnet ist. Alternativ kann eine Heißformgebungseinrichtung auch an dem Austrittsende des rohrförmigen Auslasses angeordnet sein.

**[0024]** Bevorzugt weist das Iridium einen Iridium-Anteil von mindestens etwa 99 %, bevorzugter von mindestens etwa 99,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 99,8 % auf. Ganz besonders bevorzugt beträgt der Edelmetallanteil des Iridiums zumindest 99,95 %. Dem Iridium können weitere Elemente der Platingruppe beigemischt sein, bevorzugt mit Konzentrationen unterhalb von etwa 1000 ppm. Grundsätzlich eignet sich als hoch-iridiumhaltiges Material auch eine Platingruppe-Metalllegierung mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 95 %, bevorzugter von mindestens etwa 96,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 98 %. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass sich die vorgenannten Materialien ohne weiteres in Form von Blechen herstellen und zu dem Gefäß oder dem rohrförmigen Auslass mit der gewünschten Gestalt formen lassen. Selbst dünnwandige Profile weisen bei den vorgenannten relativ hohen Temperaturen noch eine ausreichende Formstabilität auf.

**[0025]** Besonders bevorzugt werden das Gefäß und der rohrförmige Auslass oder das zumindest eine Segment des ersten Abschnittes des rohrförmigen Auslasses aus einem vergleichsweise dünnen Blech gebildet, das geeignet verformt, beispielsweise gebogen oder gefalzt, wird. Anschließend werden die Seitenkanten des Bleches verschweißt. Zu diesem Zweck stehen geeignete Schweißverfahren bereit, ohne dass die Schweißkanten selbst zu einer weiteren Verunreinigung der Glasschmelze führen. Grundsätzlich können das Gefäß und der rohrförmige Auslass oder das zumindest eine Segment des ersten Abschnittes des rohrförmigen Auslasses natürlich auch aus mehr als einem Blech gebildet werden.

**[0026]** Bevorzugt besteht die oxidationsbeständige Legierung, die zur Bildung des der Umgebungsatmosphäre ausgesetzten zweiten Abschnittes des rohrförmigen Auslasses verwendet wird, aus einer Platingruppe-Metalllegierung, die etwa 30 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent Platin enthält und der ein Element aus der Platingruppe, also einer Gruppe bestehend aus Iridium (Ir), Osmium (Os), Palladium (Pd), Rhodium (Rh) und Ruthenium (Ru), beigemischt ist. Zweckmäßig ist die oxidationsbeständige Legierung eine PtRh30-Legierung, die kostengünstig zur Verfügung steht, sich in einfacher Weise bearbeiten und verschweißen lässt und das ausreichend formstabil und temperaturbeständig ist. Es hat sich gezeigt, dass der relativ geringe Rhodium-Anteil bei den erfindungsgemäß angedachten Verarbeitungstemperaturen, also bei den Temperaturen, bei denen die Glasschmelze erst aus dem rohrförmigen Auslass austritt und dabei mit dem Material des zweiten Abschnittes in Kontakt gelangt, nur zu einer geringen Verfärbung der Glasschmelze führt. Ganz besonders bevorzugt ist die oxidationsbeständige Legierung eine PtRh20-Legierung, die noch kostengünstiger ist und zu einer noch geringeren Verfärbung der Glasschmelze führt.

**[0027]** Bevorzugt werden das Gefäß und der rohrförmige Auslass mit Hilfe von zumindest zwei unabhängig voneinander steuer- oder regelbaren Heizvorrichtungen beheizt. Somit lässt sich gewährleisten, dass das Gefäß selbst auf den vorgenannten relativ hohen Temperaturen gehalten wird, beispielsweise zum Läutern der Glasschmelze, während der rohrförmige Auslass oder zumindest dessen zweiter Abschnitt, der aus der oxidationsbeständigen Legierung mit niedrigerem Schmelzpunkt als das Iridium gebildet ist, auf einer Temperatur

unterhalb des Schmelzpunktes der oxidationsbeständigen Legierung gehalten werden kann. Weiterhin lässt sich auch während der Heißformgebung der Glasschmelze ein geeignetes Temperaturprofil in der Vorrichtung realisieren, beispielsweise auch geringfügig unterschiedliche Temperaturen im Gefäß und in dem Auslaufrohr.

**[0028]** Der rohrförmige Auslass kann von einer externen Heizvorrichtung beheizt werden, beispielsweise von einer externen Induktionsspule, die den Auslass umgibt. Bevorzugt wird der rohrförmige Auslass elektrisch mittels einer Widerstandsheizung beheizt. Ganz besonders bevorzugt wird der Heizstrom direkt an die Wandung des rohrförmigen Auslasses angelegt.

**[0029]** Weil der rohrförmige Auslass bevorzugt aus zwei unterschiedlichen Materialien besteht, werden die Längen der beiden Abschnitte des rohrförmigen Auslasses und/oder deren Wandstärken bevorzugt so ausgelegt, dass sich ein im wesentlichen konstantes Temperaturprofil entlang des rohrförmigen Auslasses ergibt, wenn der Heizstrom durch dessen Wandung fließt. Vorteilhaft ist, dass aufgrund gleicher Widerstände in den unterschiedlichen Rohrabschnitten bevorzugt nur ein Heizkreis notwendig ist, um die Temperaturhomogenität des rohrförmigen Auslasses zu gewährleisten. Dadurch ergibt sich ein geringerer technischer, sowie ein geringerer Kostenaufwand. Ist aufgrund technischer Anforderungen eine Anpassung der Widerstände in den Rohrsegmenten nicht möglich, kann auch ein zweiter Heizkreis verwendet werden.

**[0030]** Bei Ausführungsformen, bei denen der erste Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist und bei denen die oxidationsbeständige Legierung des zweiten Abschnittes aus PtRh20 oder PtRh30 gebildet ist, kann das Verhältnis einer Länge des ersten Abschnittes zu einer Länge des zweiten Abschnittes beispielsweise etwa 2,0 betragen und kann eine Wandstärke des ersten Abschnittes beispielsweise etwa 70 % der Wandstärke des zweiten Abschnittes betragen.

**[0031]** Sofern der erste und/oder zweite Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus mehreren Segmenten gebildet ist, sind diese bevorzugt stoffschlüssig miteinander verbunden, insbesondere mittels einer Schweißverbindung. Die Materialien des ersten und zweiten Abschnittes werden jedoch erfindungsgemäß zumeist einen deutlich unterschiedlichen Schmelzpunkt aufweisen. Somit ist es normalerweise schwierig, den ersten Abschnitt stoffschlüssig, insbesondere mittels einer Schweißverbindung, mit dem zweiten Abschnitt zu verbinden. Überraschenderweise haben die Erfinder herausgefunden, dass bei einem als Auslaufrohr ausgebildeten rohrförmigen Auslass sich eine Art Steckverbindung realisieren lässt, bei der der eine Abschnitt auf den anderen Abschnitt aufgeschoben wird, wobei sich die beiden Abschnitte geringfügig überlappen. In dem Überlappbereich kann eine kraft- oder reibschlüssige Verbindung der beiden Abschnitte bestehen. Überraschenderweise gewährleistet die vorgenannte Steckverbindung auch ohne Verschweißung der beiden Abschnitte miteinander, dass keine Glasschmelze seitlich aus dem Auslaufrohr austreten kann. Weiterhin wurde festgestellt, dass der bekannt Kirkendall-Effekt (Porenbildung in Ir durch Eindiffusion desselben in das Pt/Rh20) während der Laufzeit der Vorrichtung keine Auswirkungen auf die mechanische Stabilität hatte. Auch hier konnte kein Glasaustritt aufgrund Rissbildung beobachtet werden.

**[0032]** Bevorzugt ist die vorgenannte Steckverbindung derart realisiert, dass eine Wulst aus niedrig schmelzendem Material des zweiten Abschnittes um das hoch schmelzende Material des ersten Abschnittes anliegt, die durch beim Erstarren entstehende Spannungen verklemt ist.

**[0033]** Bevorzugt ist das Gefäß zur Aufnahme der Glasschmelze von einer Abdeckung abgedeckt, die einer thermischen Isolierung der Glasschmelze und/oder einem weiteren Schutz der Glasschmelze vor der Umgebungsluft dient. Die Abdeckung kann aus einer Keramik gebildet sein. Bevorzugt weist die Abdeckung einen Deckel auf, der beim Niederschmelzen des Rohmaterials der Glasschmelze zum Einführen weiteren Rohmaterials geöffnet werden kann, beispielsweise durch Schwenken oder Verschieben. Bevorzugt ist der Deckel aus einer oxidationsbeständigen Legierung gebildet, bevorzugt aus einer PtRh20-Legierung, die kostengünstig erhältlich ist und ausreichend formstabil und reaktionsträge ist.

**[0034]** Es können aber auch Ir oder Ir-Legierungen als Deckel verwendet werden. Hierbei besteht analog zum Oxidationsschutz des Ablaufrohrs die Möglichkeit, für den Deckel eine Kombination mit einem oxidationsbeständigen Edelmetall bzw. einer Edelmetalllegierung und mit Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung zu verwenden, wobei das Iridium bzw. die hoch-iridiumhaltige Legierung innerhalb des Behälters mit der Schutzgasatmosphäre angeordnet ist und das oxidationsbeständige Edelmetall bzw. die Edelmetalllegierung auch außerhalb des Behälters mit der Schutzgasatmosphäre angeordnet sein kann. Bevorzugt wird als Edelmetalllegierung bei dieser Ausführungsform eine Pt/Rh20-Legierung verwendet.

**[0035]** Bei einer weiteren Ausführungsform können das Gefäß und die Abdeckung druckdicht ausgelegt sein.

Zu diesem Zweck können der obere Rand des Gefäßes und ein Innenumfangsrand der Abdeckung plan geschliffen sein und kann ein Dichtmittel, beispielsweise ein Metallring, auf dem oberen Rand des Gefäßes vorgesehen sein. Bei dieser Ausführungsform weist das Gefäß einen Gaseinlass auf, sodass dem Innenvolumen des Gefäßes ein unter Überdruck stehendes Gas zugeführt werden kann, um den Austritt der Glasschmelze aus dem rohrförmigen Auslass weiter zu fördern. Der Überdruck in dem Gefäß kann beispielsweise auch den abnehmenden hydrostatischen Druck beim Austritt der Glasschmelze aus dem Gefäß ausgleichen. Zur Steuerung oder Regelung des Überdrucks in dem Gefäß kann eine Steuer- oder Regelungseinrichtung vorgesehen sein, der ein Signal eines in dem Gefäß oder in der Abdeckung vorgesehenen Druckaufnehmers eingegeben wird.

**[0036]** Zum Aufbau eines gewissen Überdruckes in dem Gefäß wird bevorzugt ein inertes Gas verwendet. Besonders bevorzugt weist dieses inerte Gas dieselbe Zusammensetzung wie das zum Aufbau einer Schutzgasatmosphäre in dem Behälter verwendete Gas auf.

**[0037]** Bei den erfindungsgemäß realisierbaren relativ hohen Temperaturen werden die mit der vierten Potenz der Temperatur ansteigenden Wärmestrahlungsverluste besonders gravierend. Um ein homogenes Temperaturprofil in dem Gefäß zu gewährleisten, weist das Gefäß bevorzugt ein Öffnungsverhältnis  $h/L$  auf, das sehr viel größer als eins ist, wobei  $h$  eine maximale Innenhöhe des Gefäßes und  $L$  ein maximaler Abstand von Seitenwänden des Gefäßes bzw. der Durchmesser des zylindrischen Gefäßes ist. Zweckmäßig ist das Öffnungsverhältnis größer als etwa 2,0, bevorzugter größer als etwa 3,0 und noch bevorzugter größer als etwa 4,0. Aufgrund der höheren Temperatur ergibt sich allerdings auch eine höhere Strahlungsleistung. Somit kann man im Vergleich zum Stand der Technik wieder zu kleineren Verhältnissen kommen. Diese werden notwendig, um eine Erhöhung des schmelzbaren Volumens mit geringem technischem Aufwand zu realisieren, da das Volumen zwar proportional zur Höhe aber proportional zum Quadrat des Durchmessers ist.

**[0038]** Bevorzugt wird dem Behälter zum Aufbau einer ausreichenden Schutzgasatmosphäre zumindest vorübergehend ein inertes Schutzgas zugeführt. Zu diesem Zweck weist der Behälter einen Gaseinlass zum Zuführen eines inerten Schutzgases in das Innenvolumen des Behälters auf, der den Behälter mit einem Gasreservoir verbindet. Bevorzugt ist das inerte Schutzgas so ausgelegt, um in dem Innenvolumen des Behälters neutrale bis leicht oxidierende Bedingungen aufrecht zu erhalten.

**[0039]** Als inertes Schutzgas eignen sich insbesondere Argon oder Stickstoff, die einfach zu handhaben und kostengünstig erhältlich sind. Die Erfinder haben in aufwändigen Versuchsreihen herausgefunden, dass Gemische mit einem Sauerstoffgehalt zwischen etwa  $5 \times 10^{-3} \%$  und etwa 5 % und bevorzugter zwischen etwa 0,5 % und etwa 2 % von Vorteil sind, weil diese Reaktionen zwischen dem Material des Gefäßes und den Glaskomponenten unterbinden können, insbesondere durch Reduktion von Glaskomponenten mit anschließender Legierungsbildung. Im Vergleich zu herkömmlichen Schmelztiegeln, bei denen überwiegend Wolfram oder Molybdän als Trägermaterial für eine Innenauskleidung des Schmelztiegels verwendet wird, kann erfindungsgemäß auf die Verwendung eines wasserstoffhaltigen Schutzgases ganz verzichtet werden, was zu einer Vereinfachung des Aufbaus und zu einer größeren Anwendungsbreite hinsichtlich der Glaszusammensetzung führt. Weiter können erfindungsgemäß die üblichen Redoxläutermittel, beispielsweise  $As_2O_3$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $SnO_2$ , verwendet werden. Auf die Verwendung von teurem He zur Blasenverminderung beim Läutern der Glasschmelze kann grundsätzlich auch verzichtet werden.

**[0040]** Zum Aufbau der Schutzgasatmosphäre kann der Behälter kontinuierlich von dem Schutzgas durchströmt werden. Bevorzugt weist der Behälter eine Abdeckung auf, die nicht nur der thermischen Isolierung des in dem Behälter angeordneten Gefäßes dient, sondern auch einer gewissen Rückhaltung des Schutzgases in dem Innenvolumen des Behälters. Auf diese Weise kann ein Fließgleichgewicht der Schutzgasatmosphäre bei geringem Durchfluss des Schutzgases gewährleistet werden.

**[0041]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Behälter druckdicht ausgelegt sein, so dass ein Austausch des Schutzgases in dem Innenvolumen des Behälters mit der Umgebungsatmosphäre gänzlich unterdrückt werden kann. Zum Abbau eines Überdrucks kann ein Überdruckventil in dem Behälter vorgesehen sein. Ferner kann ein Gasauslass zum Auslassen des inerten Schutzgases aus dem Innenvolumen des Behälters vorgesehen sein.

**[0042]** Bevorzugt wird das Gefäß von einer Induktionsspule beheizt, die um das Gefäß gewickelt ist. Die Grundform der Induktionsspule ist bevorzugt an die Grundform des Gefäßes angepasst, wobei das Gefäß bevorzugt punktsymmetrisch innerhalb der Induktionsspule angeordnet ist. Die Induktionsspule ist unter einem geeigneten, geringen Abstand zu dem Gefäß angeordnet und erstreckt sich bevorzugt über die gesamte Höhe



des Gefäßes. Bevorzugt ist die Induktionsspule spiralförmig mit einer von 0 ° verschiedenen Steigung um das Gefäß gewickelt, weil sich so noch homogenere Temperaturprofile erzielen lassen. Die Induktionsspule kann jedoch auch mäanderförmig, von der Seite aus betrachtet in rechteckförmige Segmente unterteilt, um das Gefäß gewickelt sein, mit einer Steigung der einzelnen Segmente der Induktionsspule von im wesentlichen 0°. Bevorzugt ist die Induktionsspule wassergekühlt.

**[0043]** Bevorzugt ist zwischen der Seitenwand des Gefäßes und der Induktionsspule eine hitzebeständige Hülle, bevorzugt mit derselben Grundform wie das Gefäß, angeordnet. Sofern der Querschnitt des Gefäßes kreisförmig ist, ist die Hülle als Zylinder ausgebildet. Das Material des Zylinders oder der Hülle soll den in der Umgebung des Gefäßes vorherrschenden Temperaturen standhalten. Bevorzugt werden deshalb Materialien, die auch bei Temperaturen von etwa 1750°C noch ausreichend formstabil sind, beispielsweise Keramikfaser-schutzrohr aus  $ZrO_2$ - oder  $Al_2O_3$ -Fasern. Die Verwendung von Fasermaterialien erweist sich aufgrund einer niedrigeren Wärmeleitfähigkeit als bei massiven Keramikmaterialien als vorteilhaft. Es können aber auch keramische Werkstoffe verwendet werden, welche bei 1750°C eine ausreichende Stabilität und Isolationswirkung aufweisen, beispielsweise Silimannit.

**[0044]** Bevorzugt ist zwischen der Seitenwand des Gefäßes und der Hülle oder dem Zylinder eine Schüttung von hitzebeständigen Kügelchen vorgesehen. Die Kügelchen brauchen nicht zwingend kugelförmig ausgebildet sein, sondern können auch beispielsweise eine elliptische Form aufweisen oder unregelmäßig gestaltet sein. Die sowohl an der Außenwand des Gefäßes als auch an der Innenwand des Zylinders oder der Hülle anliegende Schüttung bewirkt eine Vergleichmäßigung der Drücke und einer Aufnahme von mechanischen Spannungen um das Gefäß herum. Die Schüttung wirkt somit etwaigen Verformungen des Gefäßes, etwa aufgrund einer Erweichung der Seitenwände des Gefäßes, entgegen. Insgesamt lässt sich somit auch bei den erfindungsgemäß sehr hohen Temperaturen bis ca. 2000°C, bevorzugt ca. 2200°C, eine ausreichende Formstabilität des zum Glasschmelzen und Läutern verwendeten Gefäßes erzielen. Weiterhin gewährleisten sie eine ausreichende Isolationswirkung, um die o.g. Materialien als hitzebeständige Hülle verwenden zu können.

**[0045]** Bevorzugt strömt das zum Aufbau der Schutzgasatmosphäre verwendete inerte Gas auch durch die Kugelschüttung hindurch, um eine Oxidbildung des Gefäßes zu verhindern. Aufwändige Versuchsreihen der Erfinder haben ergeben, dass sich ein ausreichender Gasdurchfluss dann realisieren lässt, wenn die Kügelchen der Kugelschüttung einen Durchmesser von mindestens etwa 2,0 mm, bevorzugter von mindestens etwa 2,5 mm und noch bevorzugter von mindestens etwa 3,0 mm aufweisen. Grundsätzlich kann ein ausreichender Gasdurchfluss aber auch durch eine unregelmässige Oberflächengestaltung der Kügelchen bewirkt werden, bis hin zu einer Grundform, die eher quaderförmig sein kann. Bevorzugt sind die Kügelchen der Kugelschüttung aus Magnesiumoxid ( $MgO$ ) gebildet, weil dieses Material ausreichend hitze- und oxidationsbeständig und formstabil ist. Die Verwendung von  $ZrO_2$  ist ebenfalls möglich.

**[0046]** Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird auch ein Verfahren zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken bereitgestellt, mit den folgenden Schritten: Bereitstellen eines Gefäßes zum Aufnehmen einer Glasschmelze, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist; Anordnen des Gefäßes in einem Behälter; Einbringen eines Rohmaterials bzw. eines Gemenges mit einer vorgegebenen Zusammensetzung in das Gefäß; und Schmelzen des Rohmaterials zu einer Glasschmelze und Läutern der Glasschmelze; wobei das Gefäß und ein erster Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material bereitgestellt wird und in dem Behälter eine Schutzgasatmosphäre derart bereitgestellt wird, dass das Gefäß und der erste Abschnitt des rohrförmigen Auslasses in dem Behälter unter der Schutzgasatmosphäre aufgenommen wird.

**[0047]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die vorgenannte Vorrichtung nacheinander in zwei unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben. In einem ersten Betriebszustand wird das Gemenge zum Niederschmelzen in das Gefäß eingebracht. Anschließend wird die Temperatur des Gefäßes auf die vorgenannten relativ hohen Temperaturen erhöht, bei denen die Glasschmelze in bekannter Weise geläutert wird. Diese Temperaturen liegen weit oberhalb der später gewählten Verarbeitungstemperatur der Glasschmelze. In dem ersten Betriebszustand wird der rohrförmige Auslass bevorzugt auf einer deutlich niedrigeren Temperatur gehalten wird, bei der die Glasschmelze erstarrt oder sich verfestigt, um in dem rohrförmigen Auslass einen Pfropfen zu bilden, der den rohrförmigen Auslass verstopft und ein Auslaufen der Glasschmelze verhindert. Um ein noch homogeneres Endprodukt zu erzielen, kann deshalb der erste Teil der bei der späteren Heißformgebung austretenden Glasschmelze auch ausgesondert werden. Während des Läutern kann die Heizung des rohrförmigen Auslasses ausgeschaltet sein oder zur Kompensation von Wärmeverlusten geeignet gesteuert oder geregelt werden.

**[0048]** In einem nachfolgenden zweiten Betriebszustand wird nach dem Läutern die Temperatur der Glasschmelze auf die eigentliche Verarbeitungstemperatur abgesenkt und wird der rohrförmige Auslass auf die Verarbeitungstemperatur erwärmt, so dass sich der Pfropfen löst und die Glasschmelze aus dem rohrförmigen Auslass austritt. In dem zweiten Betriebszustand können das Gefäß und der rohrförmige Auslass auf denselben oder auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden.

**[0049]** Erfindungsgemäß lassen sich Temperaturen während des ersten Betriebszustands von zumindest etwa 2000° C, bevorzugter von zumindest etwa 2100° C und noch bevorzugter von zumindest etwa 2200° C realisieren. Bei diesen Temperaturen können grundsätzlich beliebige Glaszusammensetzungen behandelt werden.

**[0050]** Besonders bevorzugt werden erfindungsgemäß Glaszusammensetzungen behandelt, die etwa 80 % bis etwa 90 % SiO<sub>2</sub>, etwa 0 % bis etwa 10 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etwa 0 % bis etwa 15 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und weniger als etwa 3 % R<sub>2</sub>O umfassen, wobei der Anteil von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zusammen etwa 7 % bis etwa 20 % beträgt und R für ein Alkali-Element einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht. Wie nachfolgend noch ausführlicher dargelegt werden wird, lassen sich auf diese Weise Übergangsgläser mit noch vorteilhafteren Eigenschaften erzielen, insbesondere im Hinblick auf deren optische Transmission, deren Wärmeausdehnung und deren Homogenität. Ferner lassen sich auch Cordierit-Gläser mit noch vorteilhafteren Eigenschaften herstellen.

**[0051]** Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 20% MgO und/oder bis etwa 10 %, bevorzugter bis etwa 5 % umfassen, beispielsweise TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, WO<sub>3</sub> oder MoO<sub>3</sub> oder Mischungen daraus.

**[0052]** Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Glasschmelze in dem Gefäß während des ersten Betriebszustands bzw. während des Läuterns mit einer Rührvorrichtung, die aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material mit den vorstehend beschriebenen Eigenschaften gebildet ist, gerührt wird. Die Rührvorrichtung kann mit einem Gasreservoir verbunden sein, um zum Reduzieren der Glasschmelze ein Gas einzublasen. Weiterhin kann hiermit die Schmelze zusätzlich homogeniert werden. Weitere Effekte liegen in einer Beschleunigung des Aufschmelzverhaltens und der Läuterung. Auch eine Trocknen des Glases bzw. eine Verminderung der OH (Wasserabsorptionsbande) im NIR ist durch das Einblasen eines Gases zu erreichen. Auch kann hierdurch der Restgasgehalt des Glases abgesenkt werden, was vorteilhaft für eine spätere Heißnachverarbeitung sein kann.

**[0053]** Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung, der auch unabhängig beanspruchbar ist, wird ein hoch schmelzendes Glas oder eine hoch schmelzende Glaskeramik bereitgestellt, umfassend: etwa 80 % bis etwa 90 % SiO<sub>2</sub>, etwa 0 % bis etwa 10 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etwa 0 bis etwa 15 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, und weniger als etwa 3 %, R<sub>2</sub>O, wobei der Anteil von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zusammen etwa 7 % bis etwa 20 % beträgt. Das Glas oder die Glaskeramik zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass eine Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen etwa 400 nm und etwa 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, zumindest etwa 65 %, bevorzugter zumindest etwa 75 % und noch bevorzugter zumindest etwa 80 % beträgt. Bevorzugt wird das Glas oder die Glaskeramik mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung oder des erfindungsgemäßen Verfahrens bereitgestellt. Gläser oder Glaskeramiken der vorgenannten Zusammensetzung und mit der vorgenannten vorteilhaft hohen Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich sind aus dem Stand der Technik derzeit nicht bekannt. Diese Gläser können beispielsweise als Sichtgläser in Ofenanlagen oder dergleichen verwendet werden.

**[0054]** Bevorzugt beträgt die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 1350 nm zumindest etwa 75 % und/oder beträgt die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 2200 nm zumindest etwa 50 %, bevorzugter zumindest etwa 55 %. Solche vorteilhaft hohen optischen Transmissionen im nahen infraroten Spektralbereich für Gläser der vorgenannten Zusammensetzung sind aus dem Stand der Technik derzeit nicht bekannt.

**[0055]** Ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung des erfindungsgemäßen Glases als Übergangsglas zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, beispielsweise zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen Quarzglas und Duranglas, die aufgrund der großen Unterschiede in der Wärmeausdehnung ( $\alpha$  – Wert: Quarzglas  $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ; Duranglas  $3,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ) schwierig zu realisieren ist. Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Gläser speziell in ihrem Ausdehnungsverhalten aufeinander abgestimmt und werden diese erfindungsgemäß in Stufen von  $\alpha = 1,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  über  $\alpha = 2,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bis  $\alpha = 2,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  miteinander verschmolzen, mit einer Toleranz von etwa  $0,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

## Ausführungsbeispiel

[0056] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, woraus sich weitere Merkmale, Vorteile und zu lösenden Aufgaben ergeben werden, die ausdrücklich Gegenstand der vorliegenden Anmeldung sein sollen. Es zeigen:

[0057] **Fig. 1** in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik;

[0058] **Fig. 2** in einem schematischen Teilschnitt einen Schmelztiegel mit einem Auslaufrohr gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0059] **Fig. 3** in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

[0060] **Fig. 4** die spektrale Transmission eines beispielhaften Glases gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0061] Die **Fig. 2** zeigt in einem schematischen Teilschnitt einen als Gefäß zur Aufnahme einer Glasschmelze dienenden Schmelztiegel **2** mit einem Auslaufrohr **4** gemäß der vorliegenden Erfindung. Im oberen Teil weist der Schmelztiegel **2** eine Tiegelwand **6** auf, die aus einem Blech gefertigt ist, das geeignet zugeschnitten wird und entlang der Schweißnaht **8** durch Schweißen stoffschlüssig verbunden wird. Geeignete Einkerbungen in dem Blech sorgen dafür, dass auch der Boden **9** geeignet gebildet und mittels einer nicht dargestellten Schweißnaht mit dem Rest der Tiegelwand **6** verbunden wird.

[0062] Insgesamt weist der obere Teil des Schmelztiegels **6** eine schlanke Grundform auf, sodass eine den Schmelztiegel **2** umgebende Heizvorrichtung, wie beispielhaft in der **Fig. 3** dargestellt, für eine gleichmäßige Erwärmung der in dem Schmelztiegel **2** aufgenommenen Glasschmelze führt. Ein Öffnungsverhältnis  $h/L$  des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** ist bevorzugt zumindest größer als etwa 2,0, bevorzugter größer als etwa 3,0 und noch bevorzugter größer als etwa 4,0, wobei  $h$  eine maximale Innenhöhe des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** und  $L$  ein maximaler Abstand von Seitenwänden bzw. der Durchmesser des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** ist.

[0063] Wie in der **Fig. 2** dargestellt, ist der Boden **9** um einen Winkel  $\alpha$  im Bereich von bis zu  $20^\circ$ , bevorzugt im Bereich von etwa  $10^\circ$ , radial einwärts geneigt, um ein Auslaufen der Glasschmelze zu unterstützen. Grundsätzlich kann der Boden **9** auch gewölbt oder flach ausgebildet sein.

[0064] In der Mitte des Bodens **9** beginnt das als rohrförmiger Auslass dienende Auslaufrohr **4**, das aus mehreren Segmenten **10** bis **14** gebildet ist. Bei dem dargestellten Beispiel weist das Auslaufrohr **4** einen runden Querschnitt auf. Das Auslaufrohr **4** kann auch einen anderen geeigneten Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Segmente **10** bis **14** sind jeweils aus einem Blech gefertigt, das geeignet zugeschnitten und entlang der jeweiligen Schweißnaht **16** zu einem rohrförmigen Gebilde verbunden wird. Das oberste Segment **10** ist konisch geformt und ist mit dem Boden **9** des Schmelztiegels **2** verbunden. Die konische Form unterstützt ein Auslaufen der Glasschmelze aus dem zylindrischen Teil des Schmelztiegels **2** in das Auslaufrohr **4**. Die weiteren Segmente **11** bis **14** sind im Wesentlichen geradlinig ausgebildet. In dem oberen Teil A des Auslaufrohrs **4** bestehen die Segmente **10** bis **13** aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material, wie nachfolgend ausgeführt. In dem unteren Teil B des Auslaufrohrs **4** besteht das Segment **14** oder die mehreren Segmente (nicht dargestellt) aus einer oxidationsbeständigen Legierung, bevorzugt aus PtRh30 oder PtRh20.

[0065] Am unteren Ende des Auslaufrohrs **4** ist eine Ziehöse **15** angeordnet, die als Heißformgebungseinrichtung dient, um die aus dem Auslaufrohr **4** austretende Glasschmelze zu einem Formkörper zu formen. Erfindungsgemäß hergestellt werden können Vollkörper, beispielsweise Stäben, Blöcke oder Kügelchen aus einem hochschmelzendem Glas oder einer hochschmelzenden Glaskeramik, oder Hohlkörper, beispielsweise Rohre, aus einem hochschmelzendem Glas oder einer hochschmelzenden Glaskeramik.

[0066] Das Auslaufrohr **4** wird mit Hilfe eines elektrischen Stroms, der durch die Wände der Segmente **10** bis **14** fließt, widerstandsbeheizt. Zu diesem Zweck sind an dem Auslaufrohr **4** elektrische Anschlüsse zum Zuführen des Heizstroms vorgesehen. Ein elektrischer Anschluss befindet sich am Ende des Rohres mit dem Bezugszeichen **15**, der zweite elektrische Anschluss befindet sich in doppelter Ausführung am Übergang zwischen den Elementen mit den Bezugszeichen **9** und **6**, und zwar in der **Fig. 2** um  $180^\circ$  relativ zueinander versetzt. Die Bezugszeichen **17** bezeichnen Anschlussfahnen zum Anbringen von Thermoelementen (nicht dargestellt).

**[0067]** Das konische Segment **10** ist mit dem Boden **9** des Schmelztiegels **2** über eine Schweißnaht verbunden. Auch die weiteren Segmente **11** bis **13** aus Iridium oder aus dem hochiridiumhaltigen Material sind bevorzugt mittels Schweißverbindungen miteinander verbunden. Die Schmelztemperaturen von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung und andern oxidationsbeständigen Legierungen, die zur Ausbildung des Segments **14** des unteren Abschnittes **B** des Auslaufrohrs **4** verwendet werden, unterscheiden sich deutlich. Deshalb kann das Segment **14** aus der niedrig schmelzenden oxidationsbeständigen Legierung nicht mittels Schweißverbindung mit dem Segment **13** aus Iridium oder aus der hochiridiumhaltigen Legierung verbunden werden. Zur Verbindung dient erfindungsgemäß eine Art Steckverbindung, bei der das Segment **13** eng anliegend in das Segment **14** hineingeschoben wird. Der Außendurchmesser des Segments **13** und der Innendurchmesser des Segments **14** sind so aufeinander abgestimmt, dass sich beim Ausbilden der Steckverbindung eine Art Wulst aus dem Material der niedrig schmelzenden oxidationsbeständigen Legierung des Segments **14** um das Material des Segments **13** anlegt, die zur Abdichtung des Auslaufrohrs **4** in dem Übergangsbereich **39** zwischen dem Abschnitt **A** und dem Abschnitt **B** dient. Beim Durchfahren mehrerer Temperaturzyklen verklemmt sich die Wulst aufgrund von Spannungen, die beim wiederholten Erstarren der Segmente **13**, **14** entstehen. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass auch ohne stoffschlüssige Verbindung der beiden Segmente **13**, **14** ein unkontrolliertes Austreten der Glasschmelze durch Risse oder Löcher in dem Übergangsbereich **39** wirksam verhindert werden kann. Weiterhin wurde festgestellt, dass der bekannte Kirkendall-Effekt (Porenbildung in Ir durch Eindiffusion desselben in das Pt/Rh<sub>20</sub>) während der Laufzeit der Vorrichtung keine Auswirkungen auf die mechanische Stabilität hatte. Auch hier konnte kein Glasaustritt aufgrund Rissbildung beobachtet werden.

**[0068]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Tiegelwand **6** des Schmelztiegels **2** aus einem Blech mit einer Länge von etwa 510 mm und einer Wandstärke von etwa 1,0 mm gefertigt: Der zylindrische Teil des Schmelztiegels **2** weist somit ein theoretisches Fassungsvermögen von etwa 17 Litern auf. Zur Ausbildung von Schmelztiegeln mit größerem Fassungsvermögen kann die Höhe des zylindrischen Teils vergrößert oder sowohl die Höhe als auch der Durchmesser des zylindrischen Teils **6** unter Skalierung des vorgegebenen Öffnungsverhältnisses  $h/L$  erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass die den zylindrischen Teil **6** des Schmelztiegels **2** umgebende Heizvorrichtung (siehe **Fig. 3**) derart ausgelegt wird, dass über dem Durchmesser und die Höhe des zylindrischen Teils **6** des Schmelztiegels **2** ein homogenes Temperaturprofil erzielt werden kann.

**[0069]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Segmente **10** bis **14** und die Ziehduße **15** des Auslaufrohrs **4** aus Blechen mit einer Wandstärke von etwa 1,0 mm gebildet wie folgt: Das erste konische Segment **10** weist eine Länge von 68 mm und einen Innendurchmesser von 40 mm auf, der sich am unteren Ende zu etwa 20 mm vejüngt; das nächste Segment **11** weist eine Länge von 90 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; die beiden nächsten Segmente **12**, **13** weisen eine Länge von 80 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; das Segment **14** des Abschnittes **B** weist eine Länge von 145 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; die Ziehduße **15** weist eine Länge von 35 mm und einen Innendurchmesser von 52 mm auf.

**[0070]** Insgesamt verhält sich somit die Länge des Abschnittes **A** zu der Länge des Abschnittes **B** des Auslaufrohrs **4** wie etwa 7:3. Bevorzugt sind die Segmente **10** bis **13** des Abschnittes **A** des Auslaufrohrs **4** aus Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung, wie nachfolgend beschrieben, gebildet, während die Segmente **14**, **15** des Abschnittes **B** des Auslaufrohrs **4** aus einer PtRh-Legierung gebildet sind, die temperaturbeständig und oxidationsbeständig ist. Besonders zweckmäßig ist die Verwendung von PtRh<sub>30</sub> oder noch bevorzugter von PtRh<sub>20</sub> als Material der Segmente **14**, **15** des Abschnittes **B**, weil dieses Material kostengünstig erhältlich ist, leicht verformbar ist, und bei den zur Heißformgebung verwendeten Temperaturen gemäß der Erfindung nur zu einer geringen Verfärbung der Glasschmelze beiträgt.

**[0071]** Bekanntermaßen unterscheidet sich die elektrische Leitfähigkeit von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung von der einer PtRh-Legierung. Damit der Heizstrom, der durch die Wände der Segmente **10** bis **15** fließt, über die Länge des Auslaufrohrs **4** im Wesentlichen konstant ist, um ein homogenes Temperaturprofil zu erzielen, ist bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Wandstärke der Segmente **10** bis **13** aus Iridium oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung etwa 0,7 mm, während die Wandstärke der Segmente **14**, **15** aus PtRh<sub>20</sub> etwa 1,0 mm beträgt, wenn das Verhältnis der Längen der Abschnitte **A** und **B** etwa 7:3 beträgt. Bei anderen Längenverhältnissen wird der Fachmann auf diesem Gebiet ohne weiteres andere Wandstärken der Segmente **10** bis **13** des Abschnittes **A** und der Segmente **14**, **15** des Abschnittes **B** unter Verwendung der elektrischen Leitfähigkeiten der entsprechenden Materialien berechnen können.

**[0072]** Wie in der **Fig. 2** dargestellt, ist der obere Rand **7** des Schmelztiegels **2** flach. Auf dem oberen Rand **7** wird, wie in der **Fig. 3** dargestellt, eine Abdeckung **31** aufgelegt, die einer thermischen Isolierung der in dem

Schmelztiegel 2 aufgenommenen Glasschmelze und einem weiteren Schutz der Glasschmelze vor der Umgebungsatmosphäre dient. Die Abdeckung 31 kann auf dem oberen Rand 7 aufgelegt sein. Die Abdeckung 31 kann auch so auf dem oberen Rand 7 aufgelegt und mit diesem verbunden sein, dass der Schmelztiegel 2 in gewissem Maße druckdicht abgeschlossen ist, sodass eine Atmosphäre mit einem gewissen Überdruck in dem Schmelztiegel 2 aufgebaut werden kann durch Einstömen eines Gases, bevorzugt eines Schutzgases, durch einen nicht dargestellten Gaseinlass in den Innenraum des Schmelztiegels 2 oberhalb des Pegels der Glasschmelze. Dieser Überdruck kann beispielsweise dazu verwendet werden, um den beim Austritt der Glasschmelze aus dem Auslaufrohr 4 geringer werdenden hydrostatischen Druck der Glasschmelze auszugleichen.

[0073] Die Tiegelwand 6 sowie die Segmente 10 bis 13 des Schmelztiegels 2 sind erfindungsgemäß aus Iridium mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 99 %, bevorzugter von mindestens etwa 99,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 99,8 % gebildet, sodass deren Schmelzpunkt etwa bei 2400°C liegt. Ganz besonders bevorzugt wird ein Iridium mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 99,8 % und einem Anteil von Elementen aus der Platingruppe von mindestens etwa 99,95 %. Dabei beträgt der Anteil von Pt, Rh und W jeweils maximal etwa 1000 ppm, der Anteil von Fe maximal etwa 500 ppm, der Anteil von Ru maximal etwa 300 ppm, der Anteil von Ni etwa 200 ppm, der Anteil von Mo, Pd jeweils maximal etwa 100 ppm, der Anteil von Cu, Mg, Os, Ti jeweils maximal etwa 30 ppm und der Anteil von Ag, Al, As, Au, B, Bi, Cd, Cr, Mn, Pb, Si, Sb, V, Zn, Zr jeweils maximal etwa 10 ppm.

[0074] Als Materialien der Tiegelwand 6 und der Segmente 10 bis 13 des Schmelztiegels 2 kommen grundsätzlich auch hoch-iridiumhaltige Materialien, gebildet aus einer Platingruppe-Legierung, mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 95 %, bevorzugter von mindestens etwa 96,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 98 % in Betracht. Bei der Verarbeitung der vorgenannten Materialien ist zu beachten, dass diese relativ spröde sind und erst bei vergleichsweise hohen Temperaturen duktil werden.

[0075] Die Fig. 3 zeigt in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung zur Herstellung von hochschmelzenden Gläsern oder hochschmelzenden Glaskeramiken, im diskontinuierlichen Betrieb gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung 1 umfasst den Schmelztiegel 2 gemäß der Fig. 2, der in einem Behälter aufgenommen ist, der aus einem unteren Behälterabschnitt 19 und dem oberen Behälterabschnitt 20 gebildet ist. Der Schmelztiegel 2 ist in dem Behälter so aufgenommen, dass der obere Rand des Schmelztiegels 2 nicht über den oberen Rand des oberen Behälterabschnitts 20 vorsteht. Der obere Behälterabschnitt 20 ist von einer Abdeckung 21 bedeckt. Insgesamt ist der so ausgebildete Behälter ausreichend zu der Umgebungsatmosphäre abgeschlossen, sodass in dem Innenraum des Behälters, wo der Schmelztiegel 2 aufgenommen ist, eine Schutzgasatmosphäre ausgebildet werden kann, sodass eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials des Schmelztiegels 2 und des Abschnittes A des Auslaufrohrs 4 (siehe Fig. 2) verhindert werden kann.

[0076] Um den Schmelztiegel 2 herum ist eine wassergekühlte Induktionsspule 3 angeordnet, die spiralförmig und mit nicht verschwindender Steigung um den Schmelztiegel 2 herum verläuft. Die Induktionsspule 3 ist unter einem geringen Abstand zu der Außenwand des Schmelztiegels 2 angeordnet, bevorzugt unter einem Abstand von etwa 60 bis 80 mm. Zwischen der Induktionsspule 3 und dem Schmelztiegel 2 befindet sich ein feuerfester Zylinder 23, der den Schmelztiegel 2 radial umgibt und an der Unterseite durch das zweite Bodenelement 26 und das erste Bodenelement 25 abgeschlossen ist. Der so entstehende Zwischenraum zwischen der Innenumfangsoberfläche des feuerfesten Zylinders 23 und der Außenumfangsoberfläche des Schmelztiegels 2 ist mit MgO-Kügelchen 24 aufgeschüttet, um eine ausreichende Formstabilität des Schmelztiegels 2 auch bei Temperaturen von oberhalb von etwa 2000°C zu gewährleisten. Die Kügelchen der Kugelschüttung 24 müssen bei den angegebenen Temperaturen ausreichend temperatur- und formstabil und oxidationsbeständig sein. Bevorzugt wird deshalb MgO als Material der Kugelschüttung verwendet, die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Eine Verwendung von ZrO<sub>2</sub> ist beispielsweise auch realisierbar. Die Kügelchen der Kugelschüttung 24 können auch eine von der Kugelform abweichende Oberflächengestalt aufweisen. Insgesamt wird jedoch in dem Zwischenraum zwischen der Innenumfangsoberfläche des Zylinders 23 und der Außenumfangsoberfläche des Schmelztiegels 2 ein ausreichender Gasfluss, insbesondere Schutzgasfluss, aufrecht erhalten, sodass der Schmelztiegel 2 von einem inerten Schutzgas umströmt wird, um eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials des Schmelztiegels 2 zu verhindern.

[0077] Die Erfinder haben herausgefunden, dass ein ausreichender Gasfluss in dem vorgenannten Zwischenraum gewährleistet werden kann, wenn die Kügelchen der Kugelschüttung 24 einen Durchmesser von zumindest etwa 2,0 mm aufweisen, bevorzugt von zumindest etwa 2,5 mm und noch bevorzugt von zumin-

dest etwa 3,0 mm.

**[0078]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Induktionsspule **3** durch einen Umrichter mit einer Anschlussleistung von etwa 50 kW bei einer Frequenz von etwa 10 kHz betrieben. Somit lassen sich auch im Langzeitbetrieb Temperaturen von oberhalb 2000°C in dem zylindrischen Abschnitt des Schmelztiegels **2** erzielen.

**[0079]** Zur Temperaturmessung des Schmelztiegels **2** ist an der Außenumfangsoberfläche des zylindrischen Abschnittes des Schmelztiegels **2** eine Iridium-Hülse **27** vorgesehen, in der ein geeigneter Temperatursensor angeordnet ist. Möglich ist auch eine Temperaturmessung mit Ir-PtIr40-Thermoelementen oder mit einem Zweifarben-Pyrometer, die über einen Lichtleiter (nicht dargestellt), bestehend beispielsweise aus einer Saphirfaser (um eine Temperaturmessung oberhalb 2000°C gewährleisten zu können) durch die Durchführung **28** des oberen Behälterabschnitts **20** hindurch eingeführt wird. Allerdings ist auch eine Temperaturmessung mittels Zweifarben-Pyrometer ohne Lichtleitfaser, abhängig von der Brennweite (Messentfernung) und der Größe der Messfläche, möglich. Zur Temperaturüberwachung befinden sich auch weitere Thermoelemente, nicht dargestellt, beispielsweise vom Typ B, in dem ersten Bodenabschnitt **25** und/oder in dem zweiten Bodenabschnitt **26** sowie an anderen geeigneten Stellen in dem Behälter.

**[0080]** Wie vorstehend ausgeführt, ist der Behälter im Wesentlichen dreiteilig ausgebildet und umfasst den unteren Behälterabschnitt **19**, den oberen Behälterabschnitt **20** und die Abdeckung **21**. Diese Behälterabschnitte werden zweckmäßig aus einem geeigneten Edelstahl gefertigt. Der obere Behälterabschnitt **20** ist doppelwandig ausgebildet. Der Ringspalt zwischen der Innenwand und der Außenwand des oberen Behälterabschnitts **20** kann von einem Kühlmittel, bevorzugt Wasser, durchströmt werden. Zu diesem Zweck weist der obere Behälterabschnitt **20** einen oberen Kühlmittelanschluss **35** und einen unteren Kühlmittelanschluss **36** auf. Die Seitenwände des oberen Behälterabschnitts **20** sind zylindrisch ausgebildet, in Anpassung an die Grundform des Schmelztiegels **2** und der diesen umgebenden Induktionsspule **3**. Der Abstand zwischen der Innenwand des oberen Behälterabschnitts **20** und der Außenumfangsoberfläche der Induktionsspule **3** ist ausreichend gewählt, um ein Schmelzen der Innenwand des Behälterabschnitts **20** bei Anlegen der üblichen Heizleistungen an die Induktionsspule **3** wirkungsvoll zu verhindern. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand zwischen der Innenwand des oberen Behälterabschnitts **20** und der Außenumfangsoberfläche der Induktionsspule **3** etwa 120 mm.

**[0081]** Der obere Behälterabschnitt **20** ist auf den unteren Behälterabschnitt **19** aufgef lanscht. Der untere Behälterabschnitt **19** ist insgesamt glockenförmig ausgebildet und umfasst zwei zylindrische Abschnitte mit jeweils unterschiedlichen Außendurchmessern. Der obere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts **19** dient der Aufnahme des Schmelztiegels **2** und von diesen abstützenden Bodenelementen **25**, **26**, während der untere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts **19** der Aufnahme und Durchführung des Auslaufrohrs **4** zu der Umgebungsatmosphäre dient. Auch der Ringspalt des unteren Behälterabschnitts **19** kann von einem Kühlmittel, bevorzugt Wasser, durchströmt werden, zu welchem Zweck ein oberer Kühlmittelanschluss **37** und ein unterer Kühlmittelanschluss **38** an dem unteren Behälterabschnitt **19** vorgesehen ist.

**[0082]** Auf den oberen Umfangsrand des oberen Behälterabschnitts **20** ist die Abdeckung **21** aufgesetzt, bevorzugt aufgef lanscht, die aus Edelstahl besteht. Die Abdeckung **21** kann durch Lösen von nicht dargestellten Schraubbolzen abgehoben werden oder kann schwenkbar oder seitlich verschiebbar gelagert sein, um einen Austausch des in dem Behälter aufgenommenen Schmelztiegels **2** zu gewährleisten. Oberhalb des Schmelztiegels **2** befindet sich ein Deckelstein **29**, der aus einem geeigneten hitzebeständigen Material gebildet ist, beispielsweise aus MgO oder Mullit, bevorzugt mit einer Verkleidung aus Edelmetalllegierung (Pt/Rh30). Auch der Deckelstein **29** kann aus der Öffnung der Abdeckung **21** heraus genommen oder heraus geschwenkt werden, beispielsweise für Wartungs- und Montagearbeiten an dem in dem Behälter aufgenommenen Schmelztiegel **2**. Wie in der **Fig. 3** dargestellt, ist der Schmelztiegel **2** an seinem oberen Rand von einer Abdeckung **31** abgeschlossen, die ihrerseits einen Mantel **18** aufweist, der zylindrisch geformt ist und den Deckelstein **29** zur Umgebungsatmosphäre hin durchdringt. Die Bauart dieses Deckels kann entweder komplett in Ir oder Ir-Legierungen oder in Pt-Legierungen, bevorzugt Pt/Rh20 ausgeführt sein. Auch eine Kombination der beiden Legierung (Teil **31** aus Ir und Teil **18** aus oxidationsbeständigem Edelmetall, beispielsweise Pt/Rh20) ist möglich. Der Deckelstein **40**, bevorzugt aus keramischem Material (MgO, Mullit) oder in Edelmetall eingefasster Keramik, kann zum Einbringen von Glasgemenge oder Rohmaterial in den Schmelztiegel **2** während des Niederschmelzens der Glasschmelze abgenommen, und wieder aufgesetzt werden.

**[0083]** Zum Durchführen weiterer Kabel und Leitungen in das Innenvolumen des Behälters ist eine Durchführung **30** in dem unteren Behälterabschnitt **19** vorgesehen. Durch die Mediendurchführung **30** kann insbeson-

dere auch eine separate Gasleitung (nicht dargestellt) zu dem Schmelztiegel 2 hindurch geführt werden, um ein Innenvolumen des Schmelztiegels 2 gesondert von dem Innenvolumen des Behälters mit einer Schutzgasatmosphäre zu durchspülen oder mit Druck zu beaufschlagen. In letzterem Fall kann der Schmelztiegel 2 in gewissem Maße druckfest ausgelegt sein, sodass ein gewisser Überdruck in dem Schmelztiegel 2 aufgebaut werden kann. Zur Steuerung oder Regelung dieses Überdruckes kann in dem Schmelztiegel 2 ein Druckaufnehmer vorgesehen sein, dessen Kabel ebenfalls über die Mediendurchführung 30 nach außen hin geführt werden.

**[0084]** Wie in der **Fig. 3** dargestellt, sitzt der Boden des Schmelztiegels 2 ganzflächig auf einem ersten Bodenelement 25 auf. Zu diesem Zweck ist das Profil des ersten Bodenelements 25 an die Form des Bodens des Schmelztiegels 2 angepasst, im dargestellten Ausführungsbeispiel verjüngend ausgebildet. Das erste Bodenelement 25 dient der mechanischen Abstützung des Schmelztiegels 2 und einer ausreichenden Wärmeisolierung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das erste Bodenelement 25 aus MgO gebildet.

**[0085]** Das den Schmelztiegel 2 abstützende erste Bodenelement 25, der feuerfeste Zylinder 23 und die Induktionsspule 3 liegen auf einem zweiten Bodenelement 26 auf, das auf dem Boden des unteren Behälterabschnitts 19 abgestützt ist. Das zweite Bodenelement 26 dient einer mechanischen Abstützung dieser Anordnung sowie einer ausreichenden thermischen Isolation. Zu diesem Zweck wird die Dicke des zweiten Bodenelements 26 ausreichend gewählt. Das Material des zweiten Bodenelements 26 muss ausreichend temperatur- und formstabil sowie oxidationsbeständig sein. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das zweite Bodenelement 26 aus  $\text{ZrSiO}_4$  gebildet.

**[0086]** Das erste Bodenelement 25 und das zweite Bodenelement 26 weisen eine Öffnung auf, durch die hindurch das Auslaufrohr 4 zu der Umgebungsatmosphäre durchgeführt wird. Der untere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts 19 umgibt das Auslaufrohr 4. Das Auslaufrohr 4 befindet sich bis auf einen geringen Anteil (Segment mit dem Bezugszeichen 15) des unteren Rohrabschnittes aus oxidationsbeständigem Edelmetall in dem unteren Behälterabschnitt und wird mit einem hier nicht dargestellten Verschlussstück zum Behälterabschnitt 19 gasdicht verschlossen, um ein Eindringen von Luftatmosphäre zu verhindern.

**[0087]** Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, wenn der Übergangsbereich 39 zwischen dem Abschnitt A und dem Abschnitt B des Auslaufrohrs 4 (siehe **Fig. 2**) möglichst weit unterhalb der beiden Bodenelemente 25, 26 angeordnet. Bei entsprechender Auslegung des unteren Behälterabschnitts 19 können jedoch auch die Segmente des Abschnittes A des Auslaufrohrs 4 aus Iridium oder dem hoch-iridiumhaltigen Material derart heruntergekühlt sein, dass die Gefahr einer Oxidbildung des Iridiums oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung verhindert werden kann. Die Lage des Übergangsbereichs 39 in der **Fig. 3** soll deshalb nur der Erläuterung dienen und soll nicht maßstabsgetreu ausgelegt werden.

**[0088]** Wie in der **Fig. 3** dargestellt, befindet sich in dem unteren Behälterabschnitt 19 ein Gaseinlass 22, der der Zufuhr eines Schutzgases in das Innenvolumen des Behälters dient. Der Gaseinlass 22 ist mit einer nicht dargestellten Gasleitung und einem nicht dargestellten Gasreservoir verbunden. Insgesamt wird somit der Behälter von einem Schutzgas durchspült und wird der in dem Behälter aufgenommene Schmelztiegel 2 von dem Schutzgas umspült, um eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials des Schmelztiegels 2 sowie des Abschnittes A des Auslaufrohrs 4 (siehe **Fig. 2**) wirkungsvoll zu verhindern.

**[0089]** Das Schutzgas hält in dem Innenvolumen des Behälters neutrale bis leicht oxidierende Bedingungen aufrecht. Zu diesem Zweck kann ein Schutzgas mit einem Sauerstoffgehalt zwischen etwa  $5 \times 10^{-3} \%$  und etwa 5 % und bevorzugter zwischen etwa 0,5 % und etwa 2 % verwendet werden. Insgesamt ist das verwendete Schutzgas reaktionsträge und reagiert mit dem Iridium oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung in vernachlässigbarem Umfang. Als inertes, reaktionsträges Schutzgas kommen insbesondere Argon oder Stickstoff in Betracht. Die vorgenannten geringfügigen Sauerstoffzusätze können Reaktionen zwischen dem Material des Schmelztiegels und Glaskomponenten unterbinden (Reduktion von Glaskomponenten mit anschließender Legierungsbildung). Weiterhin wird der Innenraum des Schmelztiegels mit Schutzgas gespült, um die Tiegellinnenwand gegen Oxidation durch Luftsauerstoff zu schützen.

**[0090]** Die Spülung mit dem Schutzgas kann auf die iridiumhaltigen Abschnitte des Schmelztiegels 2 beschränkt bleiben, da überraschenderweise gefunden wurde, dass ein Sauerstoffeinbruch mit nachfolgender zerstörerischer Oxidation des Schmelztiegels 2 nur in den obersten Zentimetern der Anordnung auftritt, die bei der Anordnung gemäß der **Fig. 3** vorzugsweise aus einem PtRh20-Deckel 31 besteht. Es kann aber auch ein Deckel aus Iridium bzw. einer Iridium-Legierung verwendet werden, wenn geringe Edelmetallverluste durch Oxidation des Iridiums in Kauf genommen werden. Zu diesem Zweck kann ein gewisser Mindestabstand zwi-

schen der Abdeckung **31** und dem Bereich des Schmelztiegels **2**, der von der Induktionsspule **3** umgeben ist, vorgesehen sein.

**[0091]** Der Behälter braucht nicht druckdicht ausgelegt sein, da es ausreichend ist, wenn sich ein Fließgleichgewicht in dem Innenvolumen des Behälters ausbildet, das eine ausreichenden Schutzgasatmosphäre darin gewährleistet. Grundsätzlich kann der Behälter **5** jedoch auch druckdicht ausgebildet sein, um ein Eindringen von Sauerstoff aus der Umgebungsatmosphäre in das Innenvolumen des Behälters noch wirkungsvoller zu unterdrücken.

**[0092]** Durch die Verwendung von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung für den Schmelztiegel können erfindungsgemäß Schmelztemperaturen von etwa 2000°C oder darüber hinaus erreicht werden. Hierdurch werden sämtliche physikalischen und chemischen Abläufe des Schmelzprozesses wesentlich beschleunigt. Die Prozesszeiten werden bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung deutlich herabgesetzt. Somit lassen sich erfindungsgemäß Gläser oder Glaskeramiken mit neuen, überraschend vorteilhaften Eigenschaften erzielen.

**[0093]** Ganz allgemein wird die erfindungsgemäße Vorrichtung in zwei unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben. Zunächst wird durch Öffnen des Deckels **18** ein Glasgemenge oder ein entsprechendes Rohmaterial sukzessive in den Schmelztiegel **2** eingebracht. Während dieser Phase des Niedrigschmelzens kann die Temperatur des Schmelztiegels **2**, je nach Glasgemenge bzw. Rohstoff, auch vergleichsweise niedrig gewählt werden, bevorzugt wird die Temperatur des Schmelztiegels **2** jedoch bereits während des Niedrigschmelzens auf oberhalb von etwa 2000°C gehalten.

**[0094]** Zur weiteren Behandlung der Glasschmelze, insbesondere zum Läutern, wird die Temperatur des Schmelztiegels **2** mit Hilfe der Induktionsspule **3** auf einer Temperatur weit oberhalb einer späteren Verarbeitungstemperatur der Glasschmelze gehalten. Aufgrund der sehr hohen Temperaturen, die erfindungsgemäß möglich sind, können die Läuterprozesse sehr viel wirkungsvoller ablaufen. In diesem ersten Betriebszustand wird die Temperatur des Auslaufrohrs **4** vergleichsweise niedrig und unterhalb der Schmelztemperatur der Glasschmelze gehalten. In dem Auslaufrohr **4** bildet sich somit ein Pfropfen aus zähflüssiger oder erstarrter Glasschmelze aus, der ein Auslaufen der Glasschmelze aus dem Schmelztiegel **2** verhindert. Während des Läuterprozesses werden in der Glasschmelze übliche Läutermittel aktiviert. Zum Rühren der Glasschmelze in dem Schmelztiegel **2** kann auch eine nicht dargestellte Rührvorrichtung in dem Schmelztiegel **2** angeordnet sein oder durch die Abdeckung **31** hindurch in diesen eingeführt werden. Erfindungsgemäß besteht die Rührvorrichtung aus dem vorgenannten Iridium oder aus der vorgenannten hoch-iridiumhaltigen Legierung. Erfindungsgemäß kann die Rührvorrichtung selbst auch zum Einblasen von, beispielsweise reduzierenden, Gasen, verwendet werden.

**[0095]** Der Übergangsbereich zwischen flüssiger Glasschmelze und hoch viskosem oder erstarrtem Pfropfen ist fließend, befindet sich jedoch bevorzugt innerhalb des Auslaufrohrs **4**. Innerhalb des Schmelztiegels **2** wird somit eine sehr homogene Glasschmelze ausgebildet.

**[0096]** Während des ersten Betriebszustandes braucht das Auslaufrohr **4** nicht notwendiger Weise erwärmt werden, weil durch entsprechende Auslegung des unteren zylindrischen Abschnittes des unteren Behälterabschnitts **19** für eine ausreichende Kühlung des Auslaufrohrs **4** durch Wärmeabstrahlung gesorgt werden kann. Grundsätzlich kann das Auslaufrohr **4** jedoch auch während des ersten Betriebszustands gesteuert oder geregelt erwärmt oder gekühlt werden.

**[0097]** Nach dem Läutern, wenn eine Glasschmelze mit ausreichender Qualität in dem Schmelztiegel **2** ausgebildet worden ist, wird die Temperatur der Glasschmelze in dem Schmelztiegel **2** zum Einnehmen eines zweiten Betriebszustands auf eine Verarbeitungstemperatur abgesenkt und wird das Auslaufrohr **4** auf die Verarbeitungstemperatur erwärmt. Die Verarbeitungstemperatur wird so gewählt, dass die Glasschmelze eine gewünschte Viskosität aufweist, bzw. zur Ausbildung von Formkörpern geeignet ist. Die Verarbeitungstemperatur liegt oberhalb des Schmelzpunktes der Glasschmelze und kann durch Ändern der Heizleistung der Induktionsspule **3** und der Heizleistung des Heizstroms an dem Auslaufrohr **4** verändert werden. Der Schmelztiegel **2** und das Auslaufrohr **4** können auch auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden, beispielsweise mit einer Temperaturdifferenz von etwa 10 bis 40°C.

**[0098]** In dem zweiten Betriebszustand schmilzt oder erweicht der Pfropfen in dem Auslaufrohr **4**, sodass die Glasschmelze aus dem Auslaufrohr **4** ausläuft. Dabei wird die Glasschmelze durch das Profil des Auslaufrohrs **4** und/oder durch weitere Heißformgebungseinrichtungen, beispielsweise eine Ziehöse, wie diese in der Fig. 3 mit dem Bezugszeichen **15** angedeutet ist, geformt. Gemäß der Erfindung können sowohl Vollkörper,



beispielsweise Stäbe, als auch Hohlkörper, beispielsweise Rohre, ausgebildet werden.

**[0099]** Statt zu Formkörpern aus Glas kann die austretende Glasschmelze auch abgeschreckt und somit zu Pulver weiter verarbeitet werden.

**[0100]** Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung lassen sich grundsätzlich sämtliche bekannten Glassorten herstellen. Besonders bevorzugt wird die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch für Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, insbesondere Alkalioxiden, aufweisen oder für Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hochschmelzender Oxide, beispielsweise  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  oder  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , aufweisen. Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst das Glas oder die Glaskeramik einen Anteil von  $\text{SiO}_2$  von etwa 80 % bis etwa 90 %, einen Anteil von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  von etwa 0 % bis etwa 10 %, einen Anteil von  $\text{B}_2\text{O}_3$  von etwa 0 % bis etwa 15 % und weniger als etwa 3 %  $\text{R}_2\text{O}$ , wobei der Anteil von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{B}_2\text{O}_3$  zusammen etwa 7 % bis etwa 20 % beträgt und R für ein Alkali-Element einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht. Gläser der vorgenannten Zusammensetzung konnten mit Schmelzriegeln aus dem Stand der Technik nicht oder nicht in ausreichender Qualität hergestellt werden.

**[0101]** Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 20 %  $\text{MgO}$  und/oder bis etwa 10 %, bevorzugter bis etwa 5 % umfassen, beispielsweise  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$  oder  $\text{MoO}_3$  oder Mischungen daraus.

**[0102]** Eine bevorzugte Verwendung gemäß der Erfindung betrifft die Herstellung so genannter Übergangsgläser, die zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen einem Glas mit einem niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und einem Glas mit einem hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten dienen, beispielsweise zwischen Quarzglas mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und zwischen Duranglas mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa  $3,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Erfindungsgemäß lassen sich Übergangsgläser mit speziell auf die beiden zu verbindenden Glassorten abgestimmten thermischen Ausdehnungskoeffizienten herstellen, wie nachfolgend beschrieben.

**[0103]** Die Tabelle 1 fasst die Zusammensetzung und die ermittelten thermischen Ausdehnungskoeffizienten verschiedener Übergangsgläser zusammen, die gemäß der vorliegenden Erfindung und dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel hergestellt wurden.

Oxide in(%)	8228	8229	8230	Neu 1	Neu 2
$\text{SiO}_2$	82,1	87,0	83,6	83,0	82,5
$\text{B}_2\text{O}_3$	12,3	11,6	11,0	12,5	8,6
$\text{Al}_2\text{O}_3$	5,3	-	2,5	4,5	5,5
$\text{Na}_2\text{O}$	-	1,4	2,2	-	-
$\text{K}_2\text{O}$	-	-	0,3		
Läuterm.	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2
$\alpha(\times 10^{-6})$	1,3	2,0	2,7	1,15	1,0

Tabelle 1

**[0104]** Die Übergangsgläser mit den Typenbezeichnungen 8228, 8229 und 8230 weisen einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $1,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $2,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bzw.  $2,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  auf und eignen sich deshalb hervorragend zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen Quarzglas und Duranglas. Sämtliche der vorstehend in der Tabelle 1 bezeichneten Glassorten weisen einen Brechungsindex von kleiner als etwa 1,47 auf. Die Glassorten der Spalten 4 und 5 der Tabelle 1 können mit herkömmlichen, nicht-iridiumhaltigen Schmelzriegeln gemäß dem Stand der Technik nicht hergestellt werden.

**[0105]** Aufgrund der erfindungsgemäß möglich gewordenen deutlich höheren Temperaturen lassen sich neu-

artige Gläser und Glaskeramiken der vorgenannten Zusammensetzung mit noch nicht da gewesenen Eigenschaften herstellen. Dies wird beispielhaft in der **Fig. 4** dargestellt, die die spektrale Transmission der Glassorte 8228 gemäß der Tabelle 1 darstellt. In der **Fig. 4** wird die spektrale Transmission einer Glassorte 8228, die mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und gemäß dem nachfolgend ausführlich dargelegten Ausführungsbeispiel 1 hergestellt worden ist, verglichen mit der spektralen Transmission einer Glassorte identischer Zusammensetzung, die mit einem üblichen, nicht-iridiumhaltigen Schmelztiegel gemäß dem Stand der Technik bei Temperaturen von 1760°C hergestellt worden ist. In der **Fig. 4** bezeichnet die obere Kurve die spektrale Transmission einer erfindungsgemäß hergestellten Glassorte 8228 gemäß dem nachfolgend dargelegten Ausführungsbeispiel 1 und bezeichnet die untere Kurve die spektrale Transmission einer Glassorte 8228 gemäß dem Stand der Technik.

**[0106]** Wie der **Fig. 4** entnommen werden kann, ist die spektrale Transmission in dem nahen UV-Bereich höher und setzt um etwa 30 nm früher ein. Wie der **Fig. 4** entnommen werden kann, ist die spektrale Transmission der erfindungsgemäßen Glassorte in dem sichtbaren Spektralbereich zwischen etwa 400 nm und etwa 800 nm deutlich größer als die spektrale Transmission der entsprechenden Glassorte gemäß dem Stand der Technik. Insbesondere zeichnet sich das erfindungsgemäße Glas dadurch aus, das die Transmission im vorgenannten sichtbaren Wellenlängenbereich, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, zumindest etwa 65 %, bevorzugter zumindest etwa 75 % und noch bevorzugter zumindest etwa 80 % beträgt. Derart hohe Transmissionen konnten für Glassorten gemäß dem Stand der Technik mit entsprechender Zusammensetzung nicht beobachtet werden und können im Stand der Technik wegen der durch die Verwendung von nicht-iridiumhaltigen Material für den Schmelztiegel bedingte deutlich niedrigere Verarbeitungstemperaturen auch nicht erzielt werden.

**[0107]** Wie der **Fig. 4** ferner entnommen werden kann, sind auch die Wasser-Absorptionsbanden bei etwa 1350 nm und etwa 2200 nm bei dem erfindungsgemäßen Glas deutlich kleiner als die entsprechenden Wasser-Absorptionsbanden bei einem entsprechenden Glas gemäß dem Stand der Technik. Die kleineren Wasser-Absorptionsbanden sind auf die deutlich höheren Verarbeitungstemperaturen im Vergleich zum Stand der Technik zurückzuführen, die zu einem weiteren Austreiben von Wasser und zu einer noch wirkungsvolleren Reduktion von wasserstoffhaltigen Verbindungen in der Glasschmelze während des Läuterprozesses (ihren.

**[0108]** Insbesondere zeichnet sich die erfindungsgemäße Glassorte 8228, aber auch andere Glassorten mit erfindungsgemäßer Glaszusammensetzung, dadurch aus, dass, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, die Transmission im Bereich der Wasser-Absorptionsbande bei etwa 1350 nm zumindest etwa 75 % beträgt und/oder die Transmission, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, im Bereich der Wasser-Absorptionsbande bei etwa 2200 nm zumindest etwa 50 %, bevorzugter zumindest etwa 55 % beträgt.

**[0109]** Nachfolgend wird anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen die Herstellung von erfindungsgemäßen Gläsern oder Glaskeramiken beschrieben werden.

#### Ausführungsbeispiel 1

**[0110]** Für das Glas 8228 (vergleiche Tabelle 1) wurden die nachfolgenden Bedingungen gewählt: Die nachfolgende Tabelle 2 fasst die Einwagen der verwendeten Rohstoffe für 26,25 kg des Glases mit der Zusammensetzung 8228 gemäß der Tabelle 1, Beispiel 1 (8228), zusammen:

Oxid	Ma%	Rohstoff	Einwaage [g]
SiO <sub>2</sub>	82,1	Quarzmehl	18570
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,3	Borsäure	4952
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,3	Aluminiumhydroxid	1845
SnO <sub>2</sub>	0,2	Zinn(IV)-oxid	45

Tabelle 2

**[0111]** Die Eigenschaften des erschmolzenen Glases sind ebenfalls in Tab. 1, Beispiel 1 (8228) aufgeführt. Aufgrund der einfacheren Handhabung wird das Gemenge in drei Chargen geteilt und einzeln eingewogen bzw. gemischt. Nach dem Mischen des Gemenges wird das Gemenge mit VE-Wasser angefeuchtet (3 × 800 ml) und nochmals gemischt. Dies geschieht, um die Verstaubung des Gemenges beim Einlegen zu reduzieren.

Nach dem Anfeuchten entstandene größere Gemengebrocken werden durch anschließendes Absieben entfernt und zerkleinert. Somit verringert man die Entstehung von Gemengeeinschlüssen und Gispn im Glas.

**[0112]** Die mittlere Temperatur beim Einlegen beträgt ca. 1990°C am Tiegel und ca. 1760 C° an der Glasoberfläche.

**[0113]** Die Einstellung der Temperatur wird manuell über die Spannung der Mittelfrequenzheizung vorgenommen. Hierbei liegt die eingestellte Spannung zwischen 65 % und 67 %, entsprechend 355V – 370V. Hierbei ergibt sich eine Leistung von ca. 55 % (~ 28kW) eines handelsüblichen Frequenzumrichters (50 kW maximaler Leistung).

**[0114]** Die Einlegemenge beträgt ca. 4-6 Porzellanlöffel (je ca. 70g Gemenge) alle 15 Minuten. Ein Eintrag von Luftsauerstoff über das lockere Gemenge kann bei diesem Verfahren nicht vermieden werden, ist aber auch von Vorteil, da er eine Reduktion der Glaskomponenten verhindert.

**[0115]** Während des Schmelzbetriebes (T (Tiegel) > 700 °) werden ca. 6 l/min Argon in den Behälterraum und ca. 3 l/min Argon in den eigentlichen Tiegelinnenraum eingeblasen. Alternativ sind für größere Anlagen aus Kostengründen auch andere Inertgase wie Stickstoff bzw. deren Mischungen zumindest im Außenraum denkbar. Im Tiegelinnenraum ist die Wechselwirkung mit dem Glas zu beachten. Allerdings ist ein geringer Anteil an Restsauerstoff (bis ca. 2 %) in Bezug auf die Reduzierung verschiedener Glaskomponenten nicht von Nachteil.

**[0116]** Bedingt durch das relativ große Schmelzvolumen ergibt sich zum Einschmelzen ein Zeitraum von 2 Tagen. Der zur Läuterung des Glases benötigte Zeitraum bleibt bei ähnlicher Glasbadhöhe annähernd gleich dem im 7-l-Aufbau. Aufgrund des im Durchmesser um 10mm kleineren Rohres (vgl. 30mm bei 7-l-Aufbau > 20mm bei Ir-Tiegel) erhöht sich die Zeit zum Herstellen der Stäbe auf zwei Tage. Hier ist eine Durchsatzsteigerung durch Erhöhung des Rohrdurchmessers auf bis zu 35mm machbar.

**[0117]** Wie man obiger Aufstellung entnimmt, sind zwar die Prozesszeiten gegenüber Schmelztiegeln aus PtRh30 in etwa gleich geblieben, es hat sich jedoch das Volumen um den Faktor 2 erhöht, sodass der Durchsatz pro Zeiteinheit um den Faktor 2 angewachsen ist.

**[0118]** Die hohen Schmelztemperaturen ermöglichen weiterhin neben dem Einsatz von hochschmelzenden Rohstoffen die Verwendung von nicht toxischen Hochtemperaturläutermitteln wie z.B.  $\text{SnO}_2$  statt  $\text{As}_2\text{O}_3$ . Die Mengenzugabe des auf den PtRh30-Tiegel abgestimmten Läutermittels kann entsprechend vermindert werden. Glaszusammensetzungen, die aufgrund ihrer hohen Viskosität nicht oder nur unter hohem Aufwand schmelzbar sind, können im Iridium-Tiegel wirtschaftlich hergestellt werden. Neben den hohen Temperaturen hat Iridium gegenüber der PtRh30-Legierung den Vorteil, weniger Farbstich (Rh) im Glas zu verursachen. Somit sind auch Produkte mit optischen Anforderungen darstellbar. Dies ist in der **Fig. 4** dargestellt. Man erkennt deutlich die bessere Transmission im Sichtbaren der im Ir-Tiegel geschmolzenen Probe. Visuell besteht hier ein leicht gelber Farbeindruck, während bei Verwendung von PtRh30 ein deutlicher rötlich-bräunlicher Farbstich auftritt. Im IR-Spektralbereich sind die Wasserbanden weniger intensiv ausgebildet, was eine Folge der deutlich höheren Schmelztemperatur ist.

**[0119]** Nachfolgend sind weitere mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung schmelzbare Gläser aufgeführt.

**[0120]** Cordieritähnliche Glaskeramiken deren Zusammensetzung für  $\text{SiO}_2$  im Bereich zwischen 40 % und 60 %, für  $\text{Al}_2\text{O}_3$  im Bereich zwischen 25 % und 45 % und für  $\text{MgO}$  im Bereich von 10 % – 20% liegt. Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 10 %, bevorzugter bis etwa 5 % umfassen, beispielsweise  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  oder  $\text{WO}_3$  oder Mischungen daraus. Prinzipiell ist auch  $\text{MoO}_3$  möglich, allerdings könnte seine Verwendung zu einer Färbung des Glases, je nach Anwendung, führen.

**[0121]** Mit der Anordnung von Schmelztiegel und Auslaufrohr lassen sich verschiedenartige Formkörper wie Stäbe, Fasern, Rohre, Ribbons (Glasstreifen) und Barren bzw. Gussstücke herstellen. Vor Beginn der Formgebung wird die Tiegeltemperatur abgesenkt und die Rohrheizung eingeschaltet. Die Temperatur am Ende des Auslaufrohrs wird auf die Verarbeitungstemperatur (entspricht einer Viskosität von  $10^4$  dpa·s) eingestellt. Der Durchmesser des Formkörpers wird über die Parameter Temperatur und Ziehgeschwindigkeit eingestellt. Bei Rohren und Stäben ist zur Einstellung des Außendurchmessers am Ende des Rohres eine separat beheizte (direkt oder indirekt über eine Muffel) Düse angeordnet. Bei Rohren wird die Wandstärke über eine Doppeldüse

eingestellt. Da es sich um einen diskontinuierlichen Prozess handelt, sinkt während der Formgebung der Glasstand im Tiegel, was einer Abnahme des statischen Drucks entspricht. Durch Regulierung der Ziehgeschwindigkeit (meist mittels einer Ziehmaschine bestehend aus zwei angetriebenen Rollen) bzw. Temperatur oder dem Druck über der Glasschmelze, wird der Abfall des Glasstands kompensiert. Die Abmaße der Formstücke sind jeweils von dem Rohr-Innendurchmesser abhängig. Beispielsweise werden mit einem 30 mm Rohrdurchmesser Stäbe von 20 mm bis zu 400  $\mu\text{m}$  (Fasern) gefertigt. In Kombination mit einer Doppeldüse zur Herstellung von Rohren sind Abmaße von 18 mm bis zu Kapillaren möglich. Je nach Glasart bzw. Glaskeramik und der entsprechenden Ausdehnung entstehen während der Formgebung bei der Bedingung von  $\alpha > 5$  thermische Spannungen, welche aber durch eine gezielte thermische Nachbehandlung ausgeglichen werden. Durch die Verwendung von Iridium als Rohrmaterial und der daraus resultierenden geringen Benetzbarkeit (Haftung des Glases an der Rohrwandung) sind engere Fertigungstoleranzen realisierbar.

**[0122]** Bei der Herstellung von Ribbons läuft das Glas aus dem Auslaufrohr auf wassergekühlte rotierende Walzen. Der Rohrdurchmesser wird in Abhängigkeit zur Glasviskosität angepasst. Je nach Abstand der Walzen werden Glassteifen ohne definierte Maße hergestellt.

#### Ausführungsbeispiel zur Herstellung von Cordierit-Ribbons

**[0123]** Für das Cordierit wurden die nachfolgenden Bedingungen gewählt:

Die nachfolgende Tabelle fasst die Einwagen der verwendeten Rohstoffe für 26,4 kg des Glases mit der Zusammensetzung gemäß Spalte 2 der Tabelle zusammen:

Oxid	Ma%	Rohstoff	Einwaage [g]
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35	Aluminiummonohydrat ( AlO(OH) )	11907,2
MgO	15	Magnesiumcarbonat	9000,0
SiO <sub>2</sub>	50	Quarzmehl	13218,5

**[0124]** Die Eigenschaften des erschmolzenen Glases sind ebenfalls in der vorstehenden Tabelle für das Ausführungsbeispiel Cordierit aufgeführt. Aufgrund der einfacheren Handhabung wird das Gemenge in drei Chargen geteilt und einzeln eingewogen bzw. gemischt. Nach dem Mischen des Gemenges wird das Gemenge mit VE-Wasser angefeuchtet (3  $\times$  800 ml) und nochmals gemischt. Dies geschieht, um die Verstaubung des Gemenges beim Einlegen zu reduzieren. Nach dem Anfeuchten entstandene größere Gemengebrocken werden durch anschließendes Absieben entfernt und zerkleinert. Somit verringert man die Entstehung von Gemengeeinschlüssen und Gispfen im Glas.

**[0125]** Die mittlere Temperatur beim Einlegen beträgt ca. 1850°C am Tiegel. Die Einstellung der Temperatur erfolgt über einen Regler nach Vorgabe.

**[0126]** Die Einlegemenge beträgt ca. 6-8 Porzellanlöffel (je ca. 70g Gemenge) alle 15 Minuten. Ein Eintrag von Luftsauerstoff über das lockere Gemenge kann bei diesem Verfahren nicht vermieden werden, ist aber auch von Vorteil, da er eine Reduktion der Glaskomponenten verhindert.

**[0127]** Während des Schmelzbetriebes (T (Tiegel) > 700°) werden ca. 6 l/min Argon in den Behälterraum und ca. 3 l/min Argon in den eigentlichen Tiegelinnenraum eingeblasen. Alternativ sind für größere Anlagen aus Kostengründen auch andere Inertgase wie Stickstoff bzw. deren Mischungen zumindest im Außenraum denkbar. Im Tiegelinnenraum ist die Wechselwirkung mit dem Glas zu beachten. Allerdings ist ein geringer Anteil an Restsauerstoff (bis ca. 2 %) in Bezug auf die Reduzierung verschiedener Glaskomponenten nicht von Nachteil.

**[0128]** Bedingt durch das relativ große Schmelzvolumen ergibt sich zum Einschmelzen ein Zeitraum von 1,5 Tagen. Da bei einer Fertigung von Ribbons die Blasenahl keine Rolle spielt, kann die Läuterzeit mit 3-6 h sehr kurz gehalten und/oder eine niedrige Viskosität vorgegeben werden.

**[0129]** Beim Walzen der Ribbons beträgt die Temperatur im Tiegel sowie im Rohr ca. 1650°C. Der Durchsatz beträgt ca. 200g/min bis 300g/min. Hieraus ergibt sich eine Durchsatzsteigerung gegenüber den herkömmlichen Verfahren um 100% bzw. 200%.

**[0130]** Wie dem Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich werden wird, beinhaltet die vor-

liegende Erfindung eine Reihe weiterer Gesichtspunkte, die grundsätzlich auch gesondert unabhängig beansprucht werden könnten.

**[0131]** Mit dem vorgenannten Verfahren lassen sich grundsätzlich Glaskeramiken beliebiger Zusammensetzungen herstellen. Bevorzugt werden Glaskeramiken hergestellt, deren Zusammensetzung in den nachfolgenden Patenten bzw. Patentanmeldungen offenbart ist, deren Offenbarungsgehalt hiermit im Wege der Bezugnahme ausdrücklich in dieser Patentanmeldung mit beinhaltet sei: EP 0 220 333 B1 entsprechend US 5,212,122, DE 196 41 121 A1, DE 43 21 373 C2 entsprechend US 5,446,008, DE 196 22 522 C1 entsprechend US 5,922,271, DE 199 07 038 A1 entsprechend US 09/507,315, DE 199 39 787 A1 entsprechend WO 02/16279, DE 100 17 701 C2 entsprechend US 09/829,409, DE 100 17 699 A1 entsprechend US 09/828,287 und EP 1 170 264 A1 entsprechend US 6,515,263.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Schmelzvorrichtung
- 2 Schmelztiegel
- 3 Induktionsspule
- 4 Auslaufrohr
- 5 Heizvorrichtung
- 6 Tiegelwand
- 7 oberer Rand
- 8 Schweißnaht
- 9 Boden
- 10 Konisches Segment
- 11 Rohrabschnitt
- 12 Rohrabschnitt
- 13 Rohrabschnitt
- 14 Rohrabschnitt
- 15 Ziehdüse
- 16 Schweißnaht
- 17 Anschlüsse für Thermoelemente
- 18 Deckel
- 19 Unterer Behälterabschnitt
- 20 Oberer Behälterabschnitt
- 21 Abdeckung des oberen Behälterabschnitts
- 22 Gaseinlass
- 23 feuerfester Zylinder
- 24 Kugelschüttung
- 25 Ersts Bodenelement
- 26 Zweites Bodenelement
- 27 Hülse für Temperatursensor
- 28 Durchführung
- 29 Deckelstein
- 30 Durchführung für Medienversorgung
- 31 Abdeckung für Schmelztiegel 2
- 32 Abschirmung des Auslaufrohrs 4
- 33 Öffnung
- 34 Elektrischer Anschluss
- 35 Oberer Kühlmittelanschluss
- 36 Unterer Kühlmittelanschluss
- 37 Oberer Kühlmittelanschluss
- 38 Unterer Kühlmittelanschluss
- 39 Übergangsbereich
- 40 Deckelstein

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken, mit einem Gefäß (2) zum Aufnehmen einer Glasschmelze und einem Behälter (19, 20), der das Gefäß (2) aufnimmt, wobei das Gefäß (2) einen rohrförmigen Auslass (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gefäß (2) und ein erster

Abschnitt (A) des rohrförmigen Auslasses (4) aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist, wobei der Behälter (19, 20) ausgelegt ist, um das Gefäß (2) und den ersten Abschnitt (10–13) des rohrförmigen Auslasses unter einer Schutzgasatmosphäre aufzunehmen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der rohrförmige Auslass (4) einen zweiten Abschnitt aufweist und der erste (A) und/oder der zweite (B) Abschnitt in eine Mehrzahl von Segmenten (10–14) unterteilt ist, wobei zumindest ein Segment (14, 15) des zweiten Abschnittes (B) aus einer oxidationsbeständigen Legierung gebildet ist und einer Umgebungsatmosphäre ausgesetzt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der rohrförmige Auslass (4) als Heißformgebungseinrichtung (15) zum Formen der Glasschmelze zu einem Formkörper ausgebildet ist oder eine solche aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Iridium einen Iridium-Anteil von mindestens etwa 99 %, bevorzugter von mindestens etwa 99,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 99,8 % aufweist oder bei der das hoch-iridiumhaltige Material eine Platingruppe-Metallegierung mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 95 %, bevorzugter von mindestens etwa 96,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 98 % ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei der die oxidationsbeständige Legierung eine Platingruppe-Metallegierung ist, die etwa 30 Gewichtsprozent bis etwa 99 Gewichtsprozent Platin enthält und der ein Element aus einer Gruppe bestehend aus Iridium (Ir), Osmium (Os), Palladium (Pd), Rhodium (Rh) und Ruthenium (Ru) beigemischt ist, wobei die oxidationsbeständige Legierung bevorzugt eine PtRh30-Legierung und noch bevorzugter eine PtRh20-Legierung ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der ein Verhältnis einer Länge des ersten Abschnittes (A) zu einer Länge des zweiten Abschnittes (B) etwa 2,0 beträgt und eine Wandstärke des ersten Abschnittes etwa 70 % der Wandstärke des zweiten Abschnittes beträgt, wobei den Segmenten (10–14) des ersten (A) und des zweiten (B) Abschnittes ein Heizstrom von einer gemeinsamen Heizstromquelle zuführbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der den Segmenten (10–14) des ersten (A) und des zweiten (B) Abschnittes ein Heizstrom von gesonderten Heizstromquellen zuführbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei der der rohrförmige Auslass als Auslaufrohr (4) ausgebildet ist, wobei in einem Übergangsbereich (39) des Auslaufrohrs (4) ein Segment des zweiten Abschnittes (B) mit einem Segment des ersten Abschnittes (A) mittels einer Steckverbindung miteinander verbunden ist, so dass eine Wulst aus niedrig schmelzendem Material des zweiten Abschnittes (B) um das hoch schmelzende Material des ersten Abschnittes (A) anliegt, die durch beim Erstarren entstehende Spannungen verklemt ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Gefäß (2) von einer Abdeckung (18, 31) abgedeckt ist, die bevorzugt eine oxidationsbeständige Legierung umfasst und noch bevorzugter eine PtRh20-Legierung umfasst.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der das Gefäß (2) und die Abdeckung (18, 31) druckdicht ausgelegt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der das Gefäß (2) einen Gaseinlass aufweist, um einem Innenvolumen des Gefäßes (2) ein inertes Gas zuzuführen, wobei eine Steuer- oder Regelungseinrichtung zum Steuern oder Regeln eines Drucks des inertes Gases in dem Innenvolumen vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Öffnungsverhältnis  $h/L$  des Gefäßes (2) sehr viel größer als 1 ist, wobei  $h$  eine maximale Innenhöhe des Gefäßes (2) und  $L$  ein maximaler Abstand von Seitenwänden (6) des Gefäßes (2) ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Behälter (19, 20) einen Gaseinlass (22) zum Zuführen eines inertes Schutzgases in ein Innenvolumen des Behälters (19, 20) aufweist, der den Behälter (19, 20) mit einem Gasreservoir verbindet, das dem Behälter das inerte Schutzgas zuführt, um in dem Innenvolumen des Behälters neutrale bis leicht oxidierende Bedingungen aufrecht zu erhalten.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, bei der das Gasreservoir ein inertes Schutzgas mit einem Sauerstoffgehalt zwischen etwa  $5 \times 10^{-3} \%$  und etwa 5 % und bevorzugter zwischen etwa 0,5 % und etwa 2 % aufbe-

wahrt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei der der Behälter (19, 20) druckdicht ausgelegt ist, wobei zumindest ein Gasauslass zum Auslassen des inerten Schutzgases aus dem Innenvolumen des Behälters vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Gefäß (2) von einer Induktionsspule (3) umgeben ist, die bevorzugt wassergekühlt ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der zwischen einer Seitenwand (6) des Gefäßes (2) und der Induktionsspule (3) ein hitzebeständiger Zylinder (23) angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, bei der zwischen der Seitenwand (6) des Gefäßes (2) und dem Zylinder (23) eine Schüttung von hitzebeständigen Kügelchen vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Kügelchen einen Durchmesser von mindestens etwa 2,0 mm, bevorzugter von mindestens etwa 2,5 mm und noch bevorzugter von mindestens etwa 3,0 mm aufweisen, wobei die Kügelchen bevorzugt aus Magnesiumoxid (MgO) oder  $ZrO_2$  gebildet sind.

20. Verfahren zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken, mit den folgenden Schritten:

Bereitstellen eines Gefäßes (2) zum Aufnehmen einer Glasschmelze, wobei das Gefäß (2) einen rohrförmigen Auslass (4) aufweist;

Anordnen des Gefäßes in einem Behälter (19, 20);

Einbringen eines Rohmaterials mit einer vorgegebenen Zusammensetzung in das Gefäß; und

Schmelzen des Rohmaterials zu einer Glasschmelze und Läutern der Glasschmelze; wobei das Gefäß (2) und ein erster Abschnitt (10–13) des rohrförmigen Auslasses (4) aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material bereitgestellt wird und in dem Behälter (19, 20) eine Schutzgasatmosphäre derart bereitgestellt wird, dass das Gefäß (2) und der erste Abschnitt (10–13) des rohrförmigen Auslasses in dem Behälter (19, 20) unter der Schutzgasatmosphäre aufgenommen wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei der erste Abschnitt (A) und/oder ein zweiter Abschnitt (B) des rohrförmigen Auslasses (4) derart bereitgestellt wird, dass zumindest ein Segment des zweiten Abschnittes (B) aus einer oxidationsbeständigen Legierung gebildet ist und einer Umgebungsatmosphäre ausgesetzt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, bei dem das Iridium mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 99 %, bevorzugter von mindestens etwa 99,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 99,8 % bereitgestellt wird oder bei dem das hoch-iridiumhaltige Material mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 95 %, bevorzugter von mindestens etwa 96,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 98 % bereitgestellt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei dem Behälter (19, 20) ein inertes Schutzgas zugeführt wird, um in einem Innenvolumen des Behälters neutrale bis leicht oxidierende Bedingungen aufrecht zu erhalten.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem das inerte Schutzgas mit einem Sauerstoffgehalt zwischen etwa  $5 \times 10^{-3} \%$  und etwa 5 % und bevorzugter zwischen etwa 0,5 % und etwa 2 % zugeführt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, bei dem

- die Glasschmelze in dem Gefäß (2) in einem ersten Betriebszustand zum Läutern zunächst auf einer Temperatur weit oberhalb einer Verarbeitungstemperatur der Glasschmelze gehalten wird während der rohrförmige Auslass (4) auf einer Temperatur gehalten wird, bei der die Glasschmelze einen den Auslass (4) verstopfenden Pfropfen ausbildet, und bei dem
- die Temperatur der Glasschmelze in dem Gefäß (2) in einem zweiten Betriebszustand nach dem Läutern auf die Verarbeitungstemperatur abgesenkt wird, während der rohrförmige Auslass (4) auf die Verarbeitungstemperatur erwärmt wird, so dass sich der Pfropfen löst und die Glasschmelze aus dem rohrförmigen Auslass (4) austritt.

26. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem die Temperatur während des ersten Betriebszustands zumindest etwa 2000° C, bevorzugter zumindest etwa 2100° C und noch bevorzugter zumindest etwa 2200° C beträgt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, bei dem die Glaszusammensetzung etwa 80 % bis etwa 90 %  $\text{SiO}_2$ , etwa 0 % bis etwa 10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , etwa 0 % bis etwa 15 %  $\text{B}_2\text{O}_3$ , weniger als etwa 3 %  $\text{R}_2\text{O}$  umfasst, wobei der Anteil von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{B}_2\text{O}_3$  zusammen etwa 7 % bis etwa 20 % beträgt und R für ein Alkali-Element aus einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht.

28. Verfahren nach Anspruch 27, bei dem die Glaszusammensetzung zusätzlich hoch schmelzende Oxide bis etwa 20 %  $\text{MgO}$  und/oder bis etwa 10 %, bevorzugter bis etwa 5 % umfassen, beispielsweise  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$  oder  $\text{MoO}_3$  oder Mischungen daraus.

29. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem die Temperatur während des ersten Betriebszustandes zumindest  $1800^\circ\text{C}$ , bevorzugter  $1850^\circ\text{C}$ , beträgt und bei dem die Glaszusammensetzung etwa 40 % bis etwa 60 %  $\text{SiO}_2$ , etwa 25 % bis etwa 45 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und etwa 10 % bis etwa 20 %  $\text{MgO}$  enthält.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 28, bei dem die Glasschmelze bei ihrem Austritt von dem rohrförmigen Auslass (4) oder einer an dem rohrförmigen Auslass (4) vorgesehenen Heißformgebungseinrichtung (15) zu einem Formkörper geformt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 30, bei dem die Glasschmelze in dem Gefäß (2) während des ersten Betriebszustandes mit einer Rührvorrichtung, die aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist, gerührt wird, wobei die Rührvorrichtung bevorzugt ein Gas zum Reduzieren und Läutern der Glasschmelze in die Glasschmelze einbläst.

32. Glas oder Glaskeramik, hergestellt nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 31.

33. Hochschmelzendes Glas oder hochschmelzende Glaskeramik, insbesondere nach Anspruch 32, umfassend:

etwa 80 % bis etwa 90 %  $\text{SiO}_2$ ,

etwa 0 % bis etwa 10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,

etwa 0 % bis etwa 15 %  $\text{B}_2\text{O}_3$ , und

weniger als etwa 3 %  $\text{R}_2\text{O}$ , wobei

der Anteil von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{B}_2\text{O}_3$  zusammen etwa 7 % bis etwa 20 % beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen etwa 400 nm und etwa 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, zumindest etwa 65 %, bevorzugter zumindest etwa 75 % und noch bevorzugter zumindest etwa 80 % beträgt.

34. Glas oder Glaskeramik nach Anspruch 33, wobei die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 1350 nm zumindest etwa 75 % beträgt und/oder die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 2200 nm zumindest etwa 50 %, bevorzugter zumindest etwa 55 % beträgt.

35. Verwendung des Glases nach einem der Ansprüche 32 bis 34 als Übergangsglas zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



1 ↗

Stand der Technik

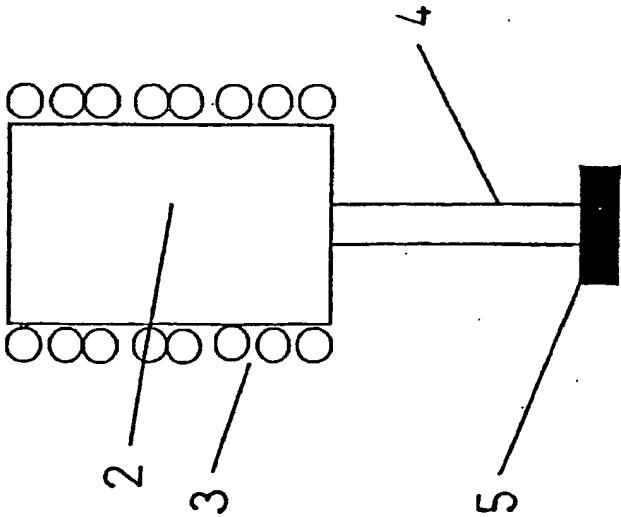
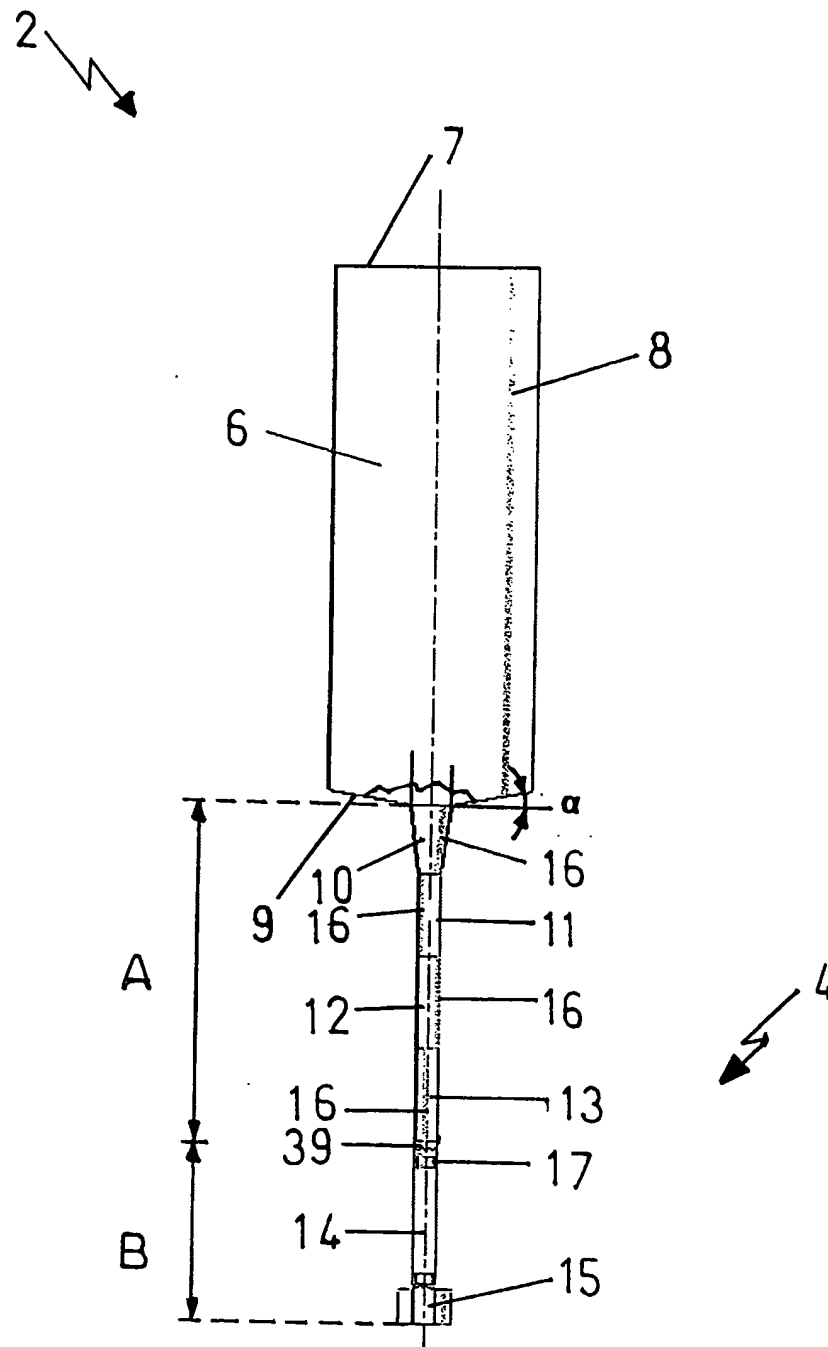


Fig. 1



**Fig. 2**

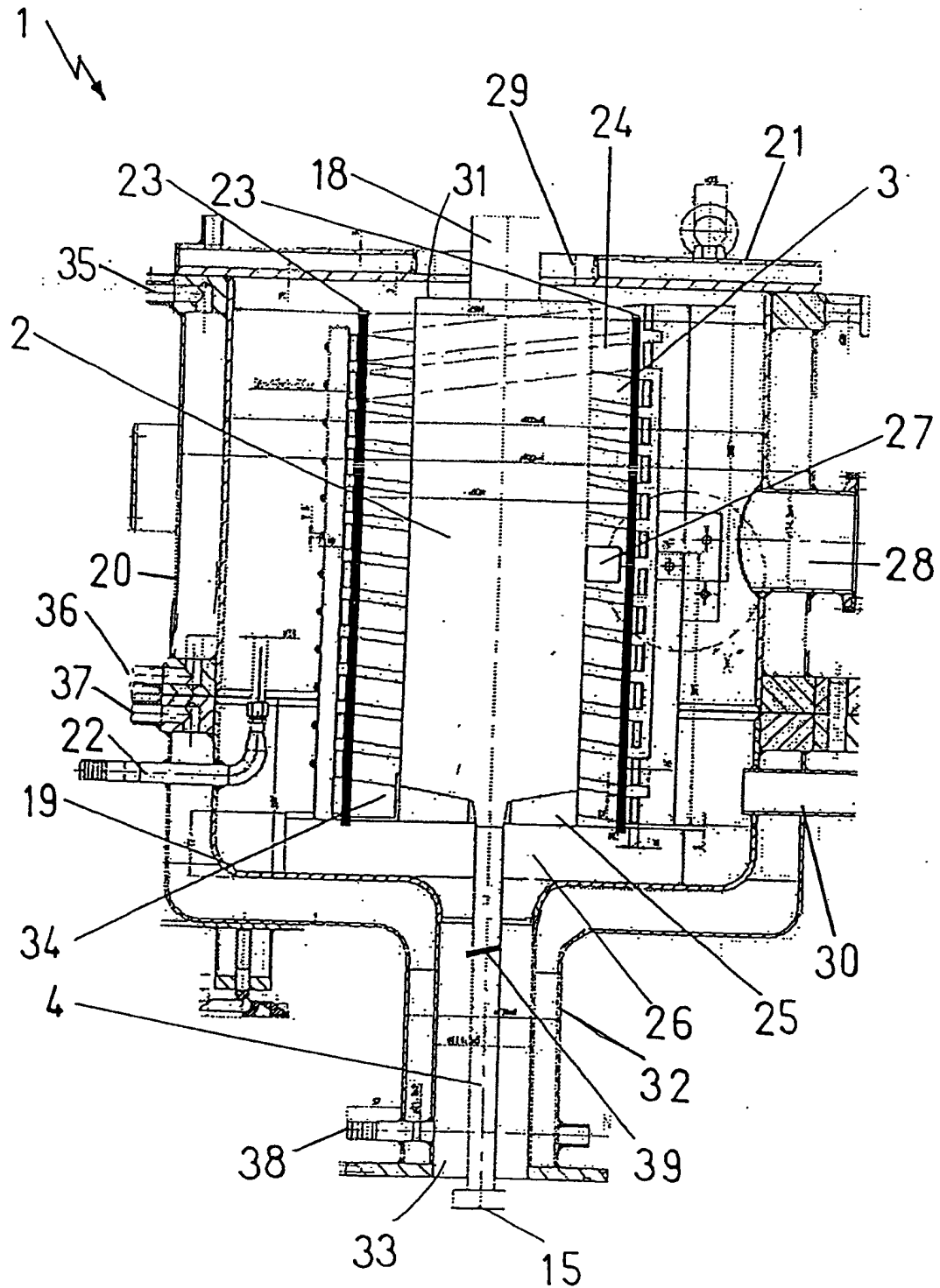


Fig. 3

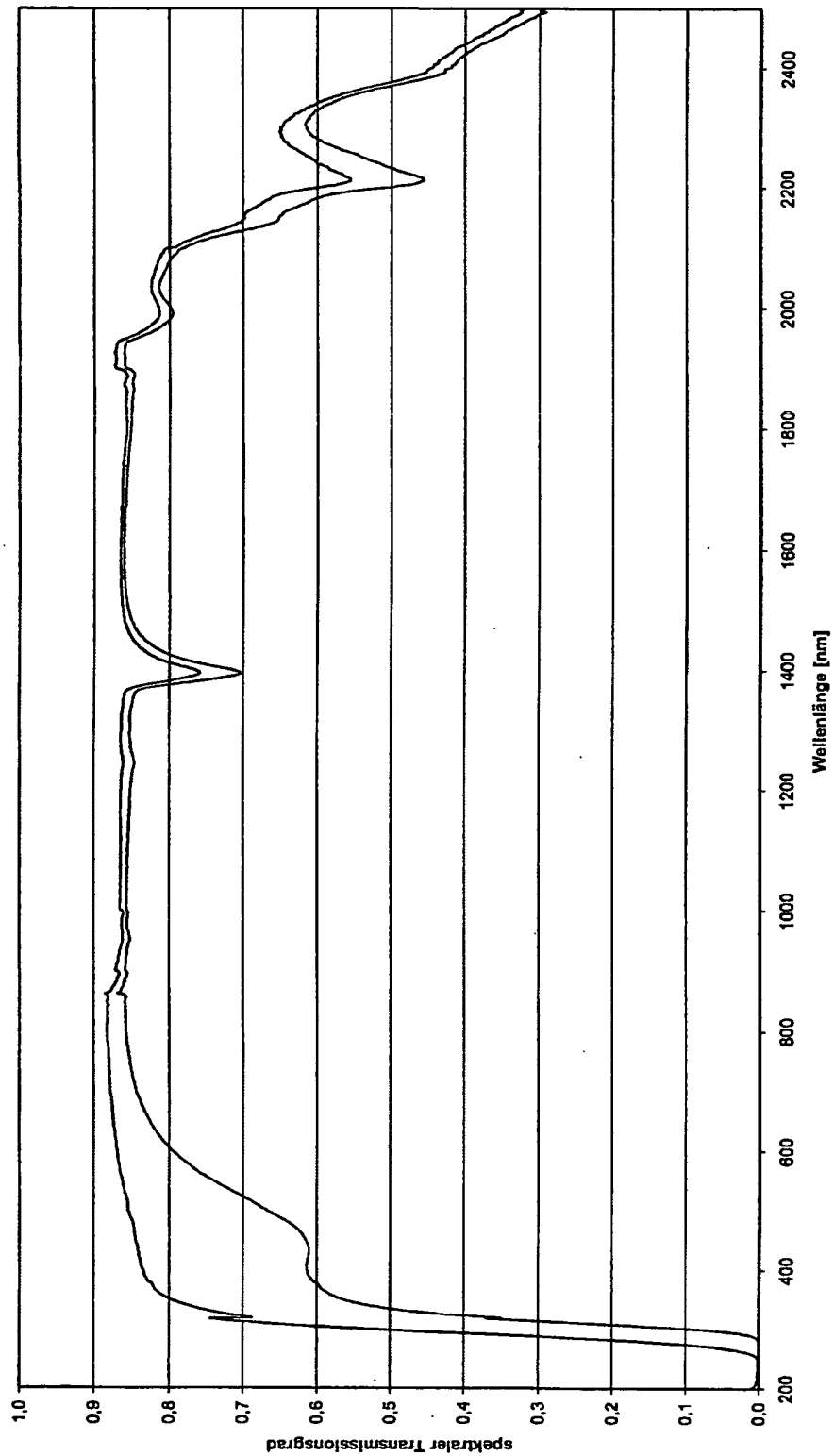


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**